爱上制作 精选版

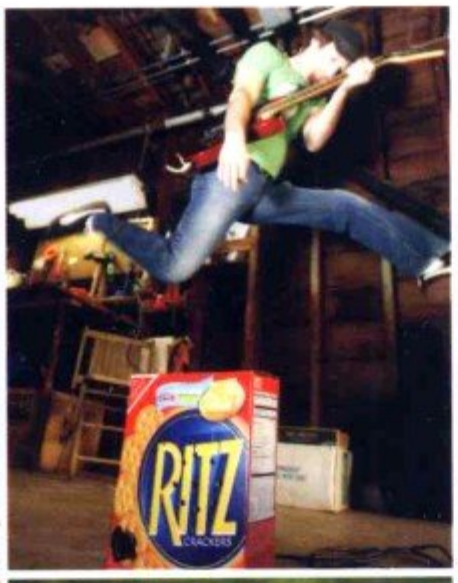
Make: technology on your time

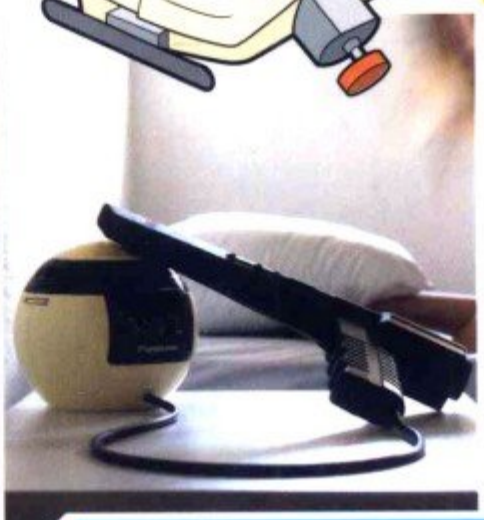
一 切 皆 可 制 作



手把手步骤介绍，
一站式信息收罗！









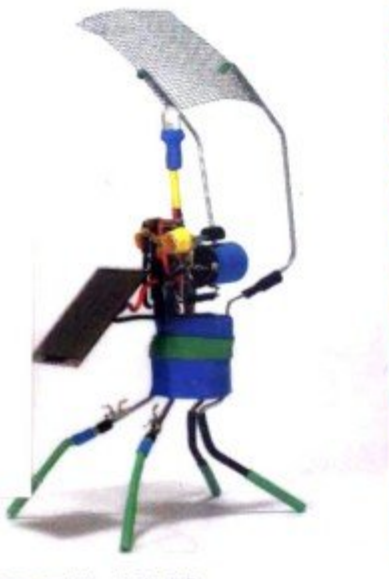


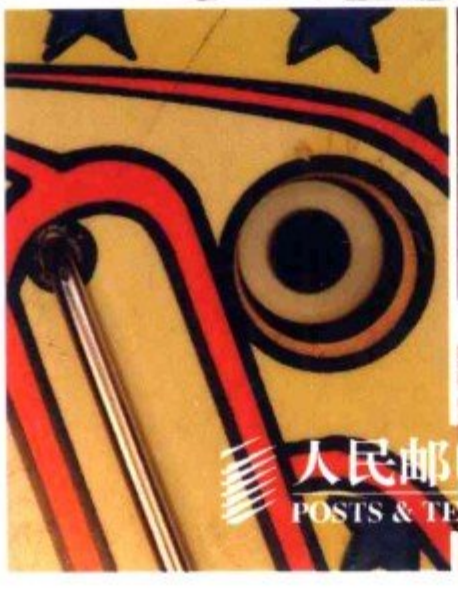


75个 最棒的 制作项目»









[美] O'Reilly 编
马润民 杨 尧 等译
夏明新 曾学明

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

O'REILLY®

无线电 出品

爱上制作 精选版

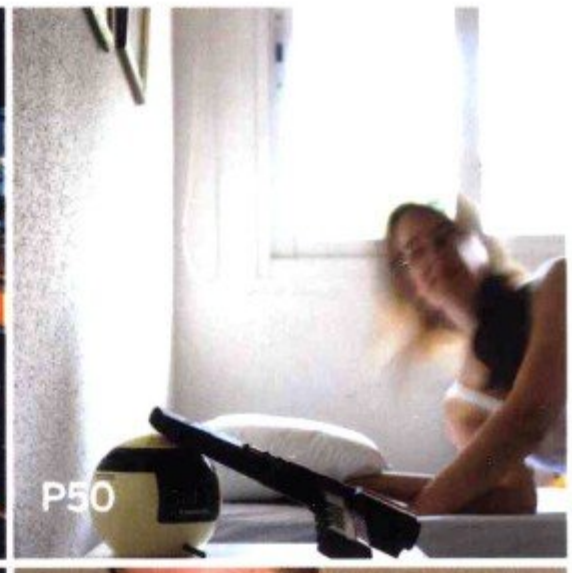
一 切 皆 可 制 作

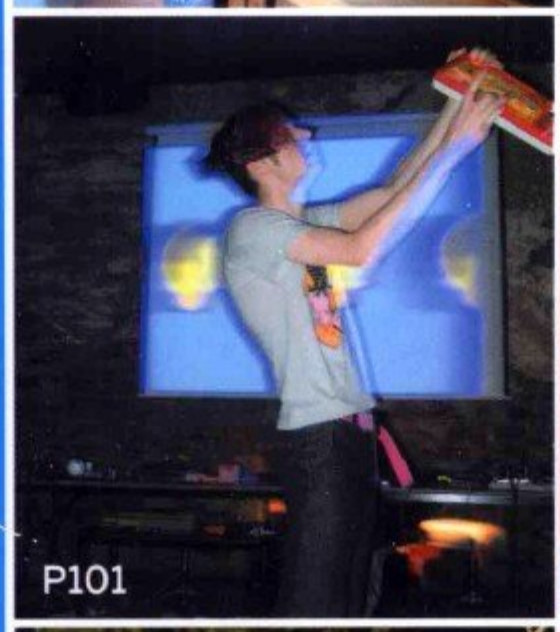
内容提要

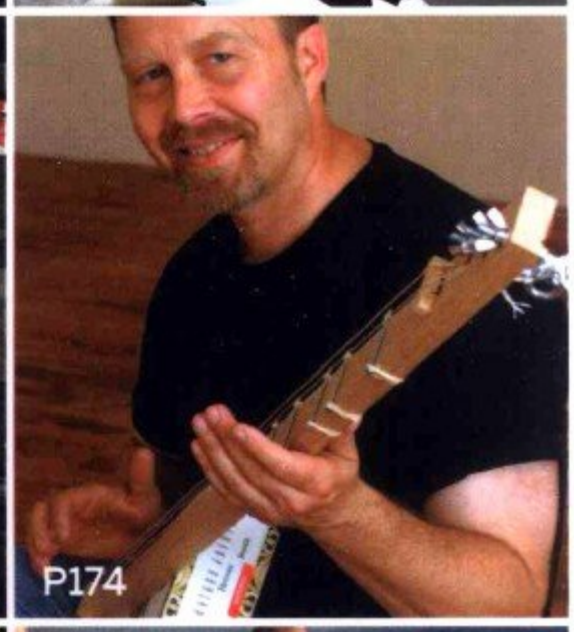
《爱上制作精选版》汇集了美国《Make》简体中文版系列丛书中75个最棒的制作项目，涉及工具、电子、单片机、玩具和游戏、机器人、音乐、飞机和炮弹、摄影、汽车9大类。基本涵盖了制作爱好者所有兴趣领域。使读者可以一站式获取精华的信息。

本书语言深入浅出、通俗易懂，采用实物照片、插图和文字相结合的方式，把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣，给读者以启迪，为DIY提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类DIY爱好者阅读，是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。

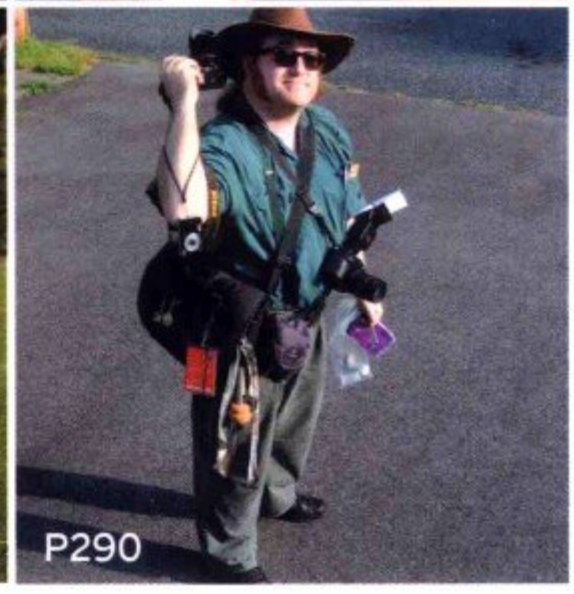












无线电
Radio.com.cn

封面设计：
Gerry Arrington（英文版）
马冬燕（中文版）

O'Reilly Media, Inc.授权人民邮电出版社出版

此简体中文版仅限于中国大陆（不包含中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区）销售发行

This Authorized Edition for sale only in the territory of People's Republic of China (excluding Hong Kong, Macao and Taiwan)

分类建议：电子技术/手工制作/生活娱乐/科学普及

人民邮电出版社网址：www.ptpress.com.cn

O'REILLY®
www.oreilly.com

人民邮电出版社 POSTS & TELECOM PRESS

ISBN 978-7-115-28412-9

9 787115 284129 >

ISBN 978-7-115-28412-9

定价：69.00 元

无线电 O'REILLY®

爱上制作

精选版

75个最棒的制作项目

[美] O'Reilly 编

（按照姓氏首字母顺序排列）

马润民　杨　尧

夏明新　曾学明

等　译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目（CIP）数据

爱上制作 ：精选版 ：75个最棒的制作项目 / （美）奥莱理编 ；马润民等译. -- 北京 ：人民邮电出版社，2012.8
ISBN 978-7-115-28412-9

Ⅰ. ①爱… Ⅱ. ①奥… ②马… Ⅲ. ①电子器件－制作 Ⅳ. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第108375号

内 容 提 要

《爱上制作精选版——75 个最棒的制作项目》汇集了美国《Make》杂志简体中文版《爱上制作》系列书中 75 个最棒的制作项目，涉及工具、电子、单片机、玩具和游戏、机器人、音乐、飞机和炮弹、摄影、汽车 9 大类。基本涵盖了制作爱好者所有兴趣领域。使读者可以一站式获取精华的信息。

本书语言深入浅出、通俗易懂，采用实物照片、插图和文字相结合的方式，把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等介绍得生动有趣，给读者以启迪，为 DIY 提供了丰富的素材。本书适合喜欢动手的各类 DIY 爱好者阅读，是制作爱好者开阔眼界、启发思维的宝典，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。

版 权 声 明

Copyright ©2009 by O'Reilly Media, Inc.
Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly Media, Inc. and Posts & Telecom Press, 2012.
Authorized translation of the English edition, 2009 O'Reilly Media, Inc., the owner of all rights to publish and sell the same.
All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.
英文原版由**O'Reilly Media, Inc.** 出版**2009**。
简体中文版由人民邮电出版社出版 **2012**。英文原版的翻译得到**O'Reilly Media, Inc.**的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者 —— **O'Reilly Media, Inc.**的许可。
版权所有，未得书面许可，本书的任何部分和全部不得以任何形式重制。

爱上制作精选版——75 个最棒的制作项目

◆ 编　［美］O'Reilly
译　马润民　杨　尧　夏明新　曾学明　等
责任编辑　宁　茜
执行编辑　马　涵

◆ 人民邮电出版社出版发行　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　电子邮件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

◆ 开本：700×1000　1/16
印张：23.5
字数：649 千字　2012 年 8 月第 1 版
印数：1 – 3 500 册　2012 年 8 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记号　图字：01-2012-1189 号

ISBN 978-7-115-28412-9

定价：69.00 元

读者服务热线：(010)67132837　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154
广告经营许可证：京崇工商广字第 0021 号

前言

本书从《爱上制作》系列书中精选了75个最棒的制作项目，涉及工具、电子、单片机、玩具和游戏、机器人、音乐、飞机和炮弹、摄影、汽车9大类别。基本涵盖了制作爱好者所有兴趣领域。使读者可以一站式获取精华的信息。

这本书中记录了众多译者的努力成果，他们有（按照姓氏首字母顺序排列）：鲍丽星、陈定、李刚、廖川、刘晓彤、马润民、裴溧、童虎、王超、魏小龙、吴鹏、夏明新、杨尧、译言、于浩伟、张辉、曾学明、周定江、周晶。

在这里，我们将用插图和文字相结合的方式，深入浅出地把制作项目需要准备的材料、制作过程、如何使用等做详细介绍，适合喜欢动手的您阅读，也可作为高校和中学课外科技活动的参考手册。希望您能从中获得生活的乐趣！

目录

制作者的权利法案 1

最佳工具项目 7

电子制作工作台 8

终极工具 12

高效工作台 16

草图大师设计工作台 18

恣意拧螺丝 23

钥匙扣生存工具 25

最佳电子项目 29

五合一网络电缆线 31

摄像机变身喂猫神器 41

玩具手枪启动闹钟 50

震动鼠标 60

我对LED的热爱 63

1+2+3：制作手摇发电电筒 66

1+2+3：用日常用品制作电磁开关 67

最佳单片机项目 69

单片机编程 71

永远的Arduino 78

“制作”控制器 81

Propeller(螺旋桨)芯片 86

该是处理电子邮件的时候了 93

萤火虫测量仪表 96

最佳玩具和游戏项目 99

电路扰动 100

家庭游戏设计 114

弹球机复活了 118

小神游之改造 126

改造海军准将64直接电视设备 127

必备前光光源 131

触摸屏 133

1+2+3：自制旅行游戏 135

最佳机器人项目 137

BEAM机器人 139

鼠标制作的小机器人 150

Pummer，老兄！ 164

ROBOSAPIEN机器人 168

1+2+3：三步完成振动机器人 171

最佳音乐项目 173

雪茄盒吉他 174

饼干盒音箱 186

自制数字音乐广播 194

速成环绕声 197

口袋功放 198

世界上最响的iPod 204
MIDI控制器毛绒玩具 206

最佳飞行和炮弹项目 211

果酱灌喷射器 212
苏打瓶火箭 221
火箭摄像机 232
制作一个扑翼机 244
36号夜光土豆枪 255
1+2+3：飞艇 265
1+2+3：制作飞去来玩具 266
1+2+3：厕纸发射器2000 267

最佳摄影项目 269

针孔全景相机 270
基尔良数码摄影 282
风筝照相机 286
定格动画，一种简易的方式 289
假冒的摄影师 290
3D摄影 292
如何在有线卫星公众事务广播电视网直播中喝啤酒 295
移轴镜头摄影 298
户外网络摄像头外壳 301

最佳汽车和动力项目 305

两缸的斯特林发动机 306
风力发电机 318
车随心动 330
都市伪装者 363
发条车 366
1+2+3：居里发动机 368

制作者的权利法案

如果你不能打开它，那就不配拥有它。

米斯特·贾洛皮

最近，我发现我的雪弗莱2000皮卡的油箱指针工作不正常，因为我是个比较懒的人，所以我向雪弗莱销售商询问修复它需要多少钱。答案是令我咋舌的800美元。我开始考虑不用油箱指针了，就这么开吧。但是经历了几次被撂在路上的事情，我认真地考虑并决定自己来解决这个问题。

我侥幸地认为我可以买到雪弗莱的送油器，但是雪弗莱告诉我，必须购买价值500美元的油泵和送油器总成。现在，仅仅是送油器坏了，油泵仍然工作得很正常，我却必须买整个油泵/送油器总成。幸运的是，本地的一个汽车配件商能以259美元卖给我一个一样的配件。

排干油箱里的汽油，我卸下旧的总成，可以清楚地看出来送油器是可拆卸的设计。它被两个扣环固定在相应的位置上，只有一个接线端子。为了证明我的观点，我把它拆了下来。其实我从工具箱里找钳子的工夫都比拆卸它花的时间长点。

有时候某个部件坏了，你不知道为什么。但是今天这个情况，原因是显而易见的。这里应该有两个小弹簧金属刮片在PCB的电阻触点上滑动，其中一个刮片坏了。这些金属刮片是易碎的，特别是汽油在油箱里晃动产生的压力下，损坏是早晚的事。在了解了金属刮片是多么地“坚固”之后，我都有点惊奇它怎么没有早些就坏掉。到Google上一查，证明了我的想法，我的这个部件已经算是长寿了——这是个非常常见的问题。

“当你的手推车坏了一根木头辐条，你会把整个轮子都扔了？还是扔掉整辆车？”

我敢打赌雪弗莱肯定告诉他的承包商送油器是一个可更换的零部件。或许他们正打算把它定义为独立的部件也不一定。不单独销售送油器真的是雪弗莱纯粹出于财务原因的决定吗？或者以一块钱单独出售刮片会怎么样呢？当你的手推车坏了一根木头辐条，你会把整个轮子都扔了？还是整辆车？

制作爱好者戴尔·多尔蒂写了一篇关于什么能使一个产品做得更人性化的随笔。这个观点深入我的内心，因为我刚刚做了一个后现代主义的遥控LP到MP3的转换柜，在制作过程中我

摄影：米斯特·贾洛皮



购买一个你不能打开、维修或者没有可供参考的电路图的设备，意味着你把它摆在明天就打算扔了的境地。

拥有你所拥有的



对于如何打开苹果mini的密封的外壳感到非常困扰。苹果公司自己会用一套像小刀似的特殊工具打开外壳。有时，聪明的工程师和新的解决方案需要一些特殊的工具。例如T型车就需要特殊工具，但它们都是随车自带的。很难想象苹果会提供那套特殊的工具来打开Mac mini的机壳。苹果公司是为了大多数应用来做的工业设计，那在机器底下放4个安装螺丝会杀了他们吗？会对外观有很大的影响吗？

数字版权管理（Diginal Rights Management，DRM）锁住数据的行为也是一样。购买一个你不能打开、不能维修或者没有可供参考的电路图的设备，意味着你把它摆在明天就打算扔了的境地。

你其实不拥有从iTunes购买的歌曲，苹果公司才拥有它们。我不会进到里面去查看数字版权软件并且完全搞懂我到底有什么权利，但是我知道这是一个有限制的生活。我听着我爷爷的78 RPM的唱碟，也总能播放CD，但是我的孙子能收听我的iTunes里的歌吗？

如果你打不开它，你就不配拥有它。你买了个设备，而制造商却依靠限制你打开外壳、不提供可更换部件和信息等手段限制你的使用。它是你的东西，但是只能按照生产商的选择和售后支持以及部件的供应情况来决定它使用寿命。

不要买“无法维护的部件”

在老款汽车的油箱里，有一个带着浮标的送油器“传送”一个阻值给燃油表来记录油箱的燃油情况。然后，油箱外的油泵把燃油从油箱泵到引擎里。新款的车都在油箱里装备油泵和送油器的集成部件，只能作为整体更换。只需要30秒就可以把送油器拆下来，但是雪弗莱就是不愿意销售替换部件。

那么现在对于雪弗莱和送油器应该怎么办呢？很明显，所有部件都应该在一定的技术水平下进行维修并且零件都能以合理的价格买到。理想地说，你可以买到那个小刮片。但是我能买到送油器就很满足了。雪弗莱决定只销售总成而不是零部件，这令人很失望却是可以理解的。理由是：他们是商家，卖更大的集成部件意味着会赚到更多的钱。

想了这么多，我做了一个“制作者的权利法案”。我希望其他的制作者能对法案进行修改和添加，使之日趋完善。

阅读更多米斯特·贾洛皮的故事请登录：hooptyrides.com。

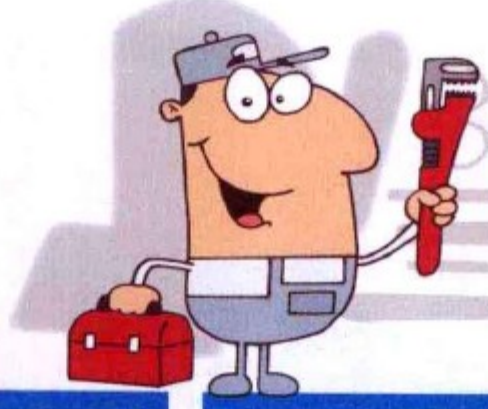
制作者的权利法案

- 应该有详细的、有意义的部件清单。
- 外壳应该很容易打开。
- 电池应该可以更换。
- 除非必要，否则不需使用特殊工具。
- 靠销售特殊工具来赚钱是不对的，但是根本不提供特殊工具更不对。
- 保护装置可以要，保护罩不可取。
- 零部件（而不是集成部件）应该可以更换。
- 易损件（例如保险丝和滤波器）应该很容易找到。
- 电路板上应该有注释。
- 能用USB充电很好，最好不用专用电源。
- 标准输出接口应该有引脚定义标注。
- 如果它能快速关上就应该可以快速打开。
- 使用螺丝比使用胶要好。
- 文档和驱动应该有相应的下载链接并且存储在永远有效的网站里。
- 容易维护应该是一个设计要求，而不是事后考虑的。
- 应该提供电路图。

向飞利浦·特伦和塞门·希尔对于“制作者的权利法案”提供的意见表示感谢。

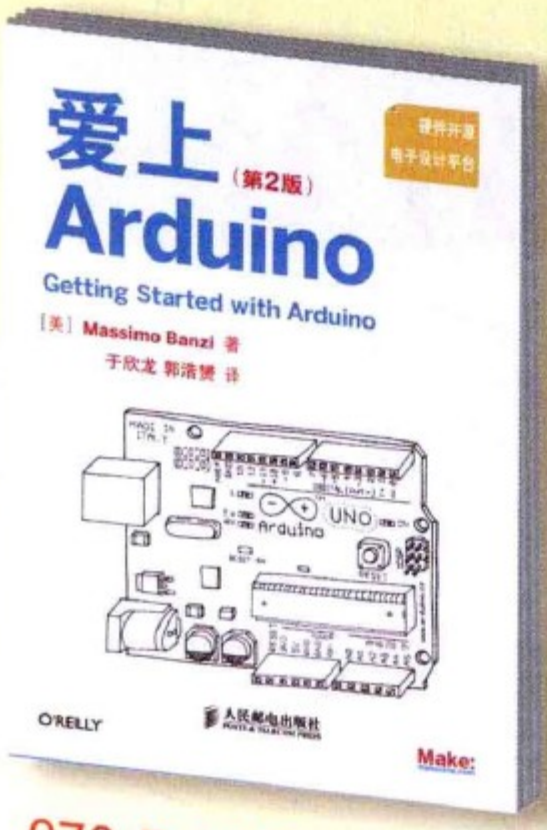
爱上制作

Make: 一切皆可制作



单本定价：38.00元

《爱上arduino(第2版)》



978-7-115-28002-2

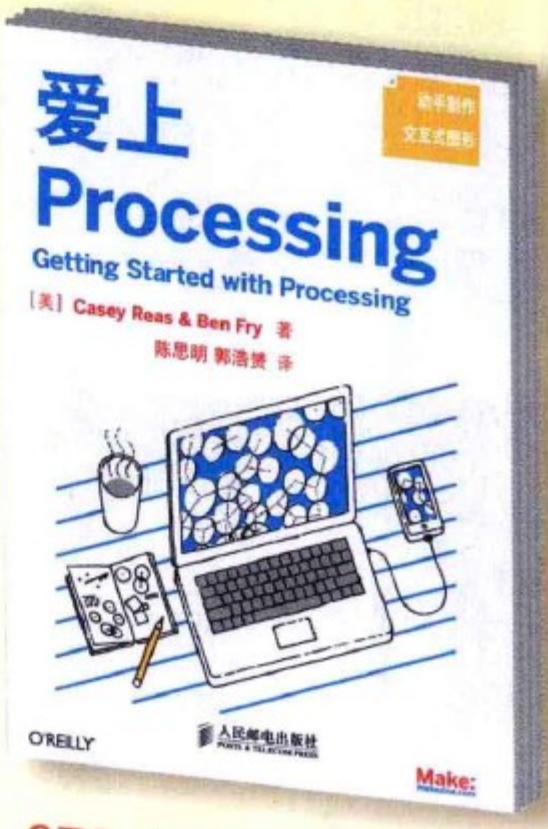
Arduino是一个开源电子原型制作平台，包括一个简单易用的电路板以及一个软件开发环境。

Arduino既可以独立运行，又具备互动性。它可以与PC的外围装置相连接，还能与PC软件进行沟通。它在电子设计爱好者们中间引发了一场风暴。

本书透彻地介绍了Arduino的相关内容，它会给你带来许多制作项目的点子，并帮助你顺利地实现从开始策划直到完成安装的全过程。

本书适合电子专业、交互设计专业、新媒体技术专业学生阅读，也是电子爱好者开展电子制作项目的参考手册。

《爱上processing》



978-7-115-27693-3

Processing 是一门用来写生成图片、动画和交互软件的语言。Processing提供了一种通过创造互动图像来学习编程的方式。它提供反馈和交互的能力使得它已经成为一种时下流行的学习编程的方法。

本书包含了Processing的详细介绍，并教会你可以创建游戏、动画和交互接口的技术。是一本精要的计算机程序设计入门。

想要理解那些公开且免费的Processing代码示例和学习在线参考材料的学生十分适合阅读本书。这本书同样也适合拥有编程经验，但是想要了解一些基本的交互式计算机图形编程的人们。

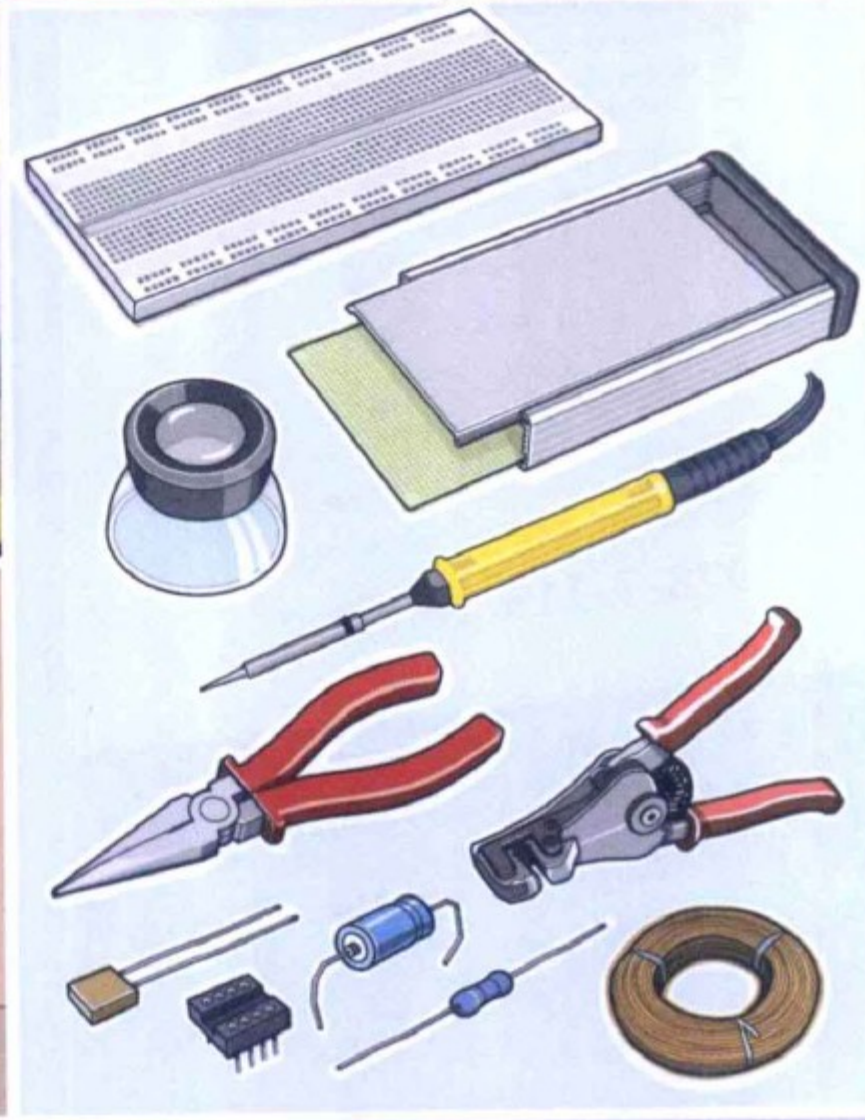
» “在我15岁那年，我终于买了一个铅笔大小的有着尖尖的烙铁头的电烙铁。那时我就意识到，我将把数年光阴与它相伴。也许，你也需要这么一个尖尖的电烙铁，当然还要配合细细的焊锡一起使用。”

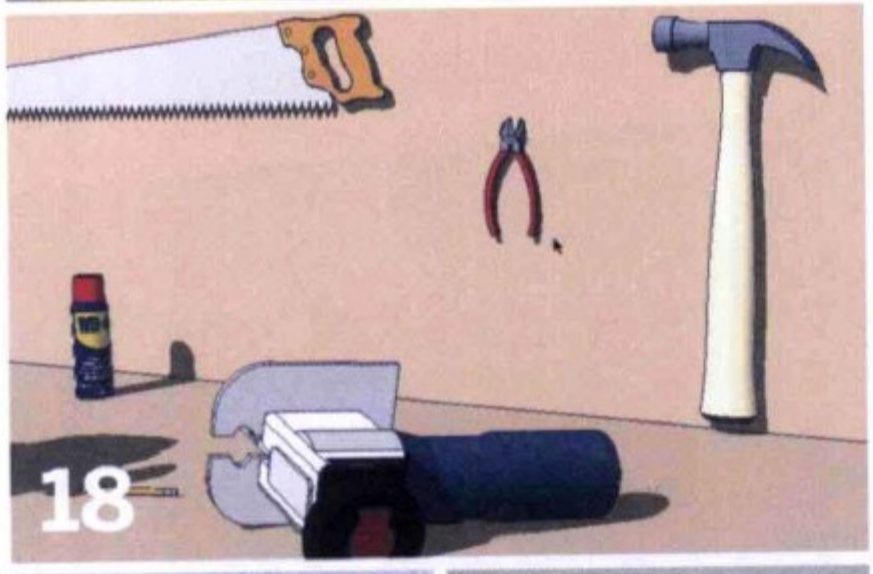
查尔斯·普拉特

















最佳
工具项目

你可以通过我们工具的性质来了解我们

人们都说，人类与其他生物的区别就在于我们会使用工具。虽然人类并非仅有的会使用工具的生命形式，但是我们也许是唯一陶醉于使用工具的物种。我们尊崇我们的工具并热爱它们，不仅仅是因为他们给予过我们帮助，更是因为它们可以在未来的创造中带给我们无限的可能。我们对工具的存在感到舒服，它们总是在那里，时刻等待和准备着，帮助我们为一个新想法所产生的计划去消磨数月的时光。寻找“合适的工具”的过程的确可能成为困扰。紧随其后的就是我们对这些选定的工具的具体要求，或是为了简单的烤箱维修，也或是为了自己的突发奇想做准备。

家用 电子

电子制作工作台

这是一个业余电子制作的开端。

查尔斯·普拉特

基础

首先，你需要一个面包板，也可以把它叫做“原型样板”，但这个叫法有点像把电池叫做“电力池子”一样不好听。在RadioShack网上输入“面包板”，可以搜索到很多相关产品，都是业余电子制作用的东西。

面包板是一个打了很多1/10英寸孔的塑料板，孔的大小刚好能插入双列直插的集成电路管脚。双列直插是贴片封装前的产品，贴片封装的集成电路引脚非常密，手工不好操作，可能只有机器人才喜欢它。幸运的是，对于业余爱好者，很好用的老式双列直插集成电路仍然在大量供应。

用面包板搭电路非常方便。面包板的塑料孔后面是排列在隐藏的行和列下面的铜制导体，当把元件的引线插进一个孔时，引线就和铜簧片接触，无需焊接，铜簧片就把各个元件连到了一起。

图A（第10页）是一个常见的面包板。把芯片引脚跨着中间的沟插在孔中，然后把其他器件插在两边。图A也给出了一个印制电路板的底部，上面具有和面包板相同排列的铜导体。搭电路时，先用面包板来确认电路原理和器件工作是否正常，接着把器件迁移到印制电路板中，把器件的引脚从顶层插入，在底层通过把引脚焊接到铜带上来实现你的电路。

当然了，焊接是一个技术活。用合适的工具干活是需要付钱的，我曾经一直不相信这句话。因为我长在英格兰，在英格兰有一个“用更少的投入做更多的事”的格言不知怎么就成了美德。

当我最终买了一把焊头很好（见图B）的15 W电烙铁后，我意识到我过去几年简直是在惩罚自己。你需要一个具有好焊头的电烙铁，可以用来焊接很小的焊点。还需要一个小放大镜（图2中也包含了放大镜的图片），一个便宜的塑料放大镜就够用了。你可以用放大镜来检查焊点之间是否有焊锡连起来了，连起来的焊锡会导致短路。短路是导致电路失败的第二大原因。

一个电路在面包板上工作正常，而在印制电路板上却彻底不工作。失败的头号原因（我自己的经验）是虚焊。

任何焊接指导都会告诉你需要把两个器件挨在一起，同时把焊锡和烙铁头靠上去。在操

绘图：戴米恩·斯克金

面包板：在把元件焊到印制电路板之前，不用焊接就可以用它来试验电路连接关系是否正确。

机箱：这种铝制机箱内部侧壁带有用来插电路板的槽。

电烙铁：一个15 W电烙铁，需要带有一个很小的烙铁头，用来焊接焊点。

小型放大镜：一个用来检查电路板焊接好坏的好工具。

剥线钳：用来剥去绝缘线的绝缘层，效率非常高。

尖嘴钳：备上各种尺寸的尖嘴钳是很有必要的。

元器件：可以在当地就能买到各种阻值的电阻和各种电容。

电线：需要准备好面包板用的连接线以及各个规格的标准线材。

作好这个难以掌握的分步动作后，你还必须用神奇的近距离视力仔细观察焊接点。焊锡应该像溪流一样附着在金属上，而不是在金属的顶端形成一个焊珠。你需要在焊锡形成这个状态的瞬间移开电烙铁，等焊锡冷却后焊接才算最后完成。

如果焊接时电烙铁温度不够就会导致虚焊，此时的焊锡晶体结构不完整并存在碎块。若是连接的两条线，如果简单地一拽就很容易分开那就是虚焊。而在电路板上出现虚焊就会很麻烦，不可能通过拽芯片来检查。这是因为芯片管脚很多，当一个管脚虚焊而其他管脚焊得很好时，那么芯片肯定是拽不下来的。

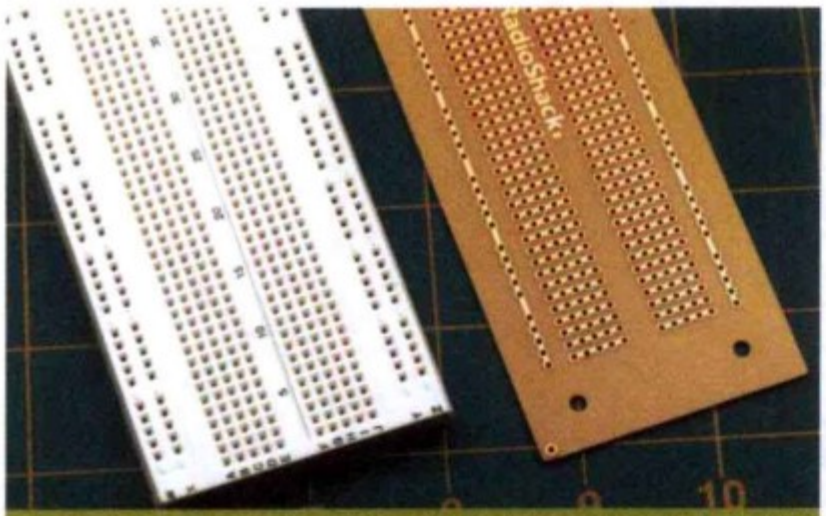
这时必须用放大镜来检查。有时候你可能会发现一根线正好处在焊盘孔的中间，线上有焊锡，焊盘上也有焊锡，却没有连接上。这是因为在两点焊锡之间可能有间隙，即使小到0.01英寸的间隙都足以导致开路，你需要一个足够亮的台灯和高倍数的放大镜才能看见这个间隙。

元器件和工具

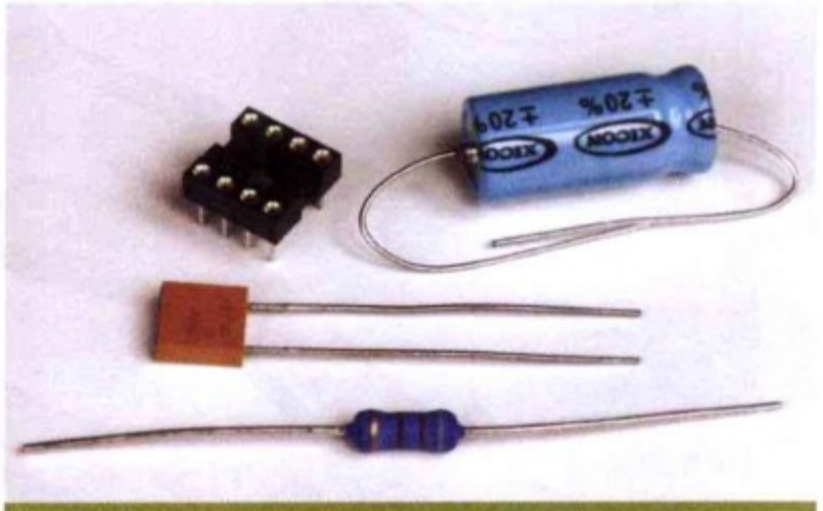
就像需要鸡蛋和橘子汁一样，你也需要各种规格的电阻和电容（见图C）。你可以在附近的电气商店买到预先装好的不同规格的阻容元件包，也可以通过互联网购买。

买来元器件后，需要进行分类并贴标签。一些元件使用的是色环代码来区分它们的值，用一个万用表可以测试电阻的值而不需要去死记硬背电阻的色环。我喜欢用工艺商店卖的用来存放小珠子的塑料盒子存放电阻电容。

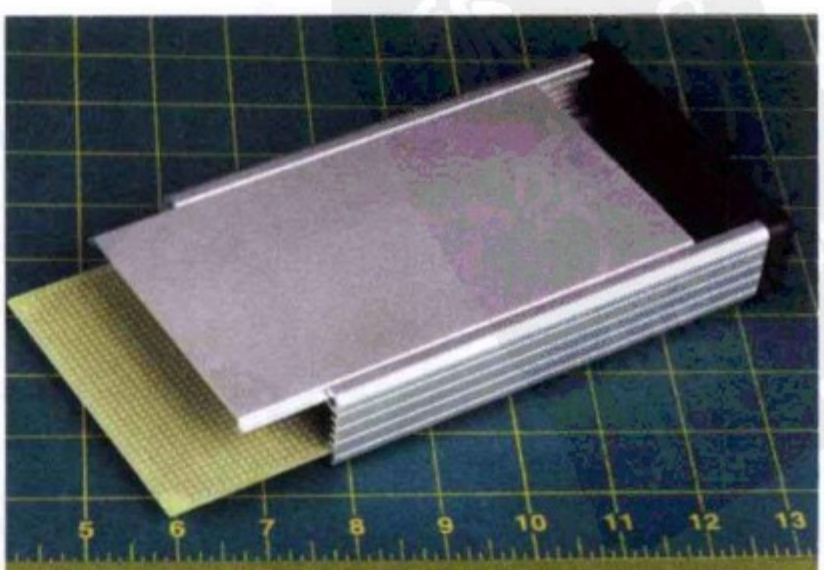
使用面包板时需要用到连接线，包括各种长度规格的线，线两端的绝缘层需要去掉。同时也需要标准的软电线来连接电路板和面板上安装的LED灯或开关。用剥线钳来剥去导线两端的绝缘层是最好的方法，一只手就能完成剥线，效率奇高。



图A 面包板（左）和电路板底面。


图C IC插座、大小电容和电阻（下）。


图B 笔式电烙铁和放大镜。



图D HammAnd Instruments公司的小机箱和电路板。

摄影：查尔斯·普拉特

> “和一些古老的工艺如木工相比，电子制作是一个非常便宜的爱好，也不占什么地方。”

你需要不同规格的尖嘴钳和斜口钳，你还需要一个镊子和一个迷你台钳用来夹持工件、鳄鱼夹和一个神秘的东西——热缩套管（用过热缩套管后你将再也不会想用绝缘胶布了），用热风枪就可以将热缩套管缩小。

这些听起来像是一个庞大的投资，其实不然，一个基本的工作台包括工具和元器件总共不会超过250美元。

要完成你的小制作，自然需要一个小机箱，你也可以把电路放进一个塑料盒子中，并用螺丝拧紧。但我喜欢更发烧一点，HammAnd Instruments公司制作的一个拉丝铝盒子带了一个允许拉出来的盖子，盖子拉出来后可以对电路板进行操作，盒子里面的槽可以用来插入电路板。我说的这个盒子可以同时插入3层电路板，足以容纳需要多个芯片的大型项目。

学习电路原理

最后一步也是最重要的一步就是你需要大体上理解你所要做的东西的原理，避免只能一步一步按照指导书操作，否则一旦电路不工作你就手足无措了。先读读基本的电路知识以学习欧姆、安培和电压之间的关系，这样才能做一些计算，避免由于超出额定电流而损坏电阻或加了过高的电压而损坏LED灯。还要遵守下面的故障排查规则：

查找不工作区域

在面包板上进行故障排查常会很方便，你可以插入其他的LED灯来指示电路是否工作，也可以用蜂鸣器代替指示灯。当然了，也可以用万用表的黑线接电路负极，用红色探头去测量其他地方（要小心，不要造成短路）。如果你小心弯折电路板时得到一个断断续续的读数，几乎可以肯定某个地方存在着虚焊而导致了时通时断。我曾经不止一次发现过，一个能正常工作的电路板但是装到机箱里面就不工作，最后发现是用螺钉压紧电路板时给电路板施加了一个力，这个外力导致一个连接处断开了。

检查短路

如果电路板存在短路，电流将从短路的地方流过而其他部件就没有足够的电源，这些部件上的电压就比设计的电压低。另外一个方法是用万用表测量电流，把万用表的一端连到电源上，另外一端连到电路的电源输入端。如果出现零电流就意味着你的电路上严重短路把万用表内部的保险丝烧了。

检查烫坏的器件

这一点很难，最好在第一步时就避免损坏元件。如果你的集成电路用了插座，先把空插座焊到电路板上，等每个器件都凉下来后再插入芯片。当焊接二极管（包括LED）时可以用一个鳄鱼夹夹在烙铁和元件之间，鳄鱼夹可以吸收部分热量。

在电路板上查找走线问题真的是一个很烦人的过程，但电路也具有好的一面，当你确实把一系列的元件放一起并能正常工作后，这个电路通常都会任劳任怨地一直正常工作几十年，不像汽车、剪草机、电动工具那么烦人。

对我来说，这是电子制作爱好者不可抗拒的一个方面：你完成的东西所实现的功能比所有的零部件之和还多，并且具有魔术般的耐久性！

查尔斯·普拉特是本书英文版投稿常客，还是《Wired》杂志资深作者，也撰写科幻小说，《硅人》就是他的作品。

终极工具

我们在使用的，或是我们渴望得到的工具。

索尔·格里菲思

对那些渴望做出所有东西的人来说，下面将探讨一个极其昂贵的理想化工具箱。里面的东西从终极战斗机器人到混合小型赛车，还有复杂的微机电系统。即使没有这些工具，你甚至也能够做出来，不过在一个遍地摆满套筒扳手的完美世界里，以下五件工具将是你地下室中不可少的。欲了解终极工具详情，请访问makezine.com/03/ultimate。





3D打印机：25 000美元

zcorp.com/products/printers.asp

这种工具能够创造出美丽至极的部件，只不过不要对它们的结实程度抱太大希望。从计算机模型到物理部分，这是最快的转变途径了。在这里，我推荐的是Z Corp公司的打印机，既便宜又快捷。不争的事实：3D打印机可用来打印人体器官。

3D扫描仪：30 000美元

kmpi.konicaminolta.us/vivid/default.asp

这种工具依然相当昂贵，其扫描精度取决于你肯花多少钱以及扫描对象的大小。目前，3D扫描仪大量用于文物和雕塑的修复工作，以及作为手术辅助工具。

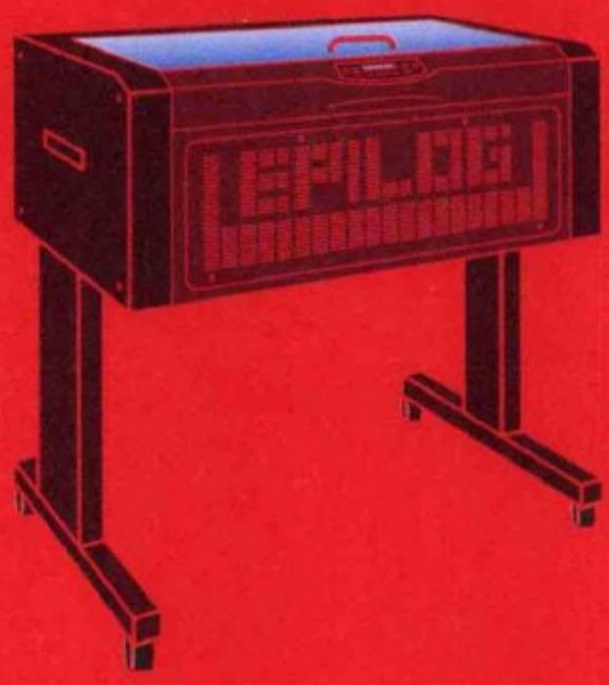
绘图：尼克·舒尔茨



等离子切割机：10 000美元

toolking.com/Hobart/view.asp?id=4276

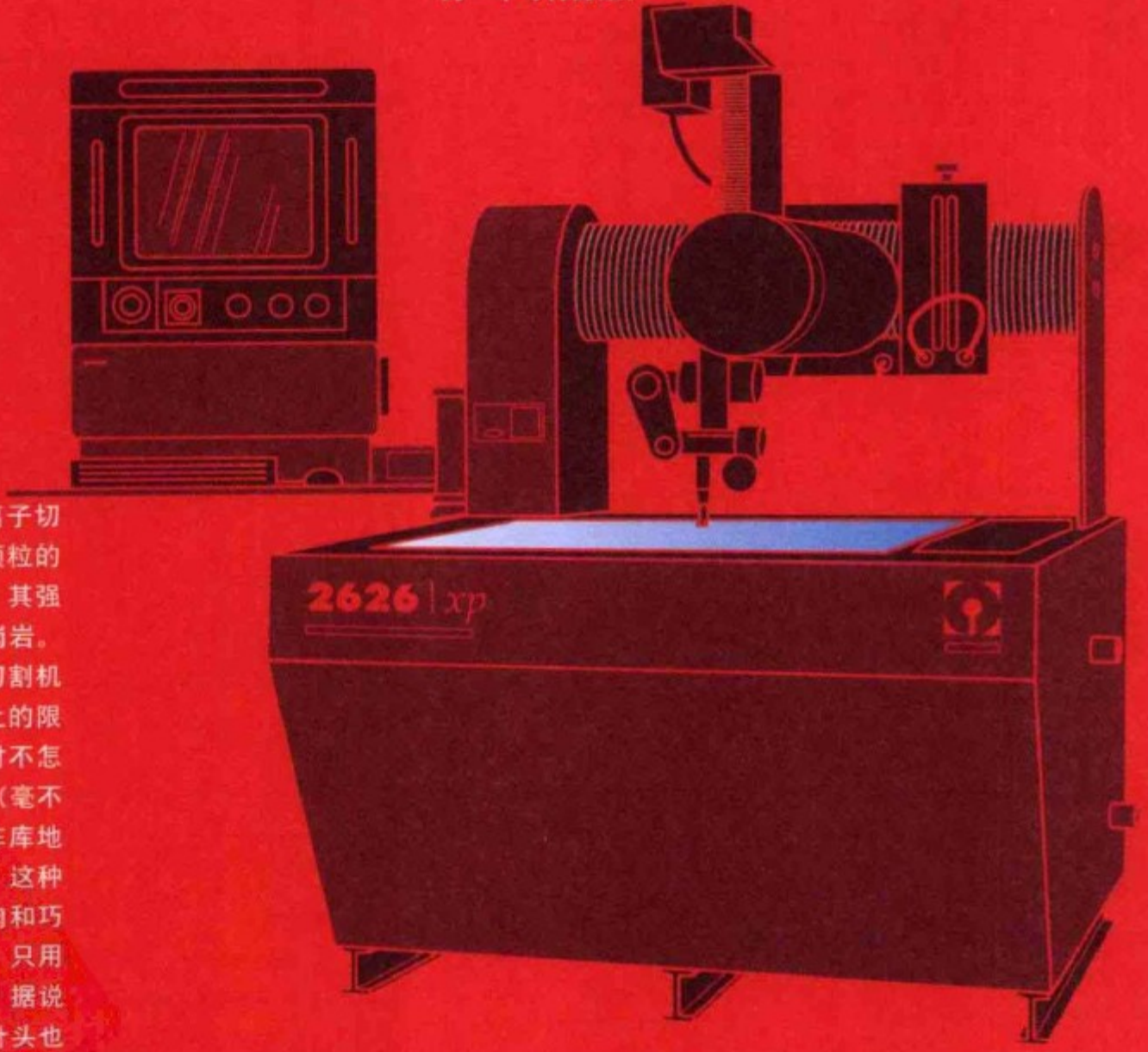
这种工具用起来比激光切割机更加困难，但是它的优势在于它可以切割包括金属在内的任何导电物体。想象一台机器人氧气割炬吧。花1万美元，你就可以用上它了。你可以随心所欲地制造自己所需的零件，用来改装汽车或者制作铝制枝形吊灯。省钱的选择：氧气割炬加上绝不会颤抖的手，或者是高质量的带锯加上极大的耐心。



激光切割机：19 900美元

epiloglaser.com/mini2412.htm

由计算机辅助设计（CAD）驱动的大功率激光能够切割厚达3/8英寸的塑料、纸或木材，并获得极高的精度。有时候为了好玩，你还可以在烤面包上写上名字，或者在茄子上刻出图案。这种工具拿来切割橡皮图章也很好用。省钱的选择：用喷墨式打印机把你要制作的图样打印出来，然后用钢丝锯慢慢切割。虽然不怎么准确，也不怎么快速，但也不失为一个可行方案。



水射流切割机：10万美元

omax.com

这种花费巨大的等离子切割机能够射出混有磨料颗粒的水流，速度略小于音速，其强度能够穿透8英寸厚的花岗岩。跟激光切割机和等离子切割机不同，它没有切割材料上的限制（不过用它来切割木材不怎么好使）。水箱重达1吨（毫不夸张）。所以你得先给车库地板做加固。不争的事实：这种切割机广阔用于切割鸡肉和巧克力条（通常不加磨料，只用水射流）。省钱的选择：据说你用洗衣机泵和注射器针头也可以做出类似的东西。

终极工具
购买指南

假如你想要无所不做，那么以下就是你所需工具的完整清单。

必不可少
优先考虑
极其有用
非常有用
不常用到，但很便利
没有也可，最好能有
没听过也无妨

假如精灵能满足我的愿望，许给我一间工具屋的话，那么我想要堆满下面这些东西。把这当成是个没什么公正性可言的指南吧。用上这些终极工具装备，你甚至可以完成自己的太空计划。

工具名称	麦克马斯特公司（McMaster）商品号	经济版售价 单位：美元	豪华版售价 单位：美元
手动工具			
美工刀	3814a11	1	10
精密刀片	35435a11 38995a71 35515a12	1	10
羊角锤	6484a21	10	50
圆头锤	6481a31	10	50
八角锤（重型）	6462a24	10	80
橡胶锤	5917a8	10	40
轴锯箱	4201a11	15	45
钢锯	4086a34	5	25
紧急钢锯	4060a16	2	5
打孔工具	3461a22	40	150
冲床凿刀组合工具	3506a76	25	120
扳手组（公制、英制）	7290a24 5757a35 5582a11	30	1200
扭力扳手	85555a221	50	300
六角扳手（公制、英制）	5541a31 5215a24 7162a13 5215a12	2	80
梅花扳手组	6959a85	2	40
小型六角扳手	52975a21 7270a59	2	40
多用组合扳手（公制、英制）	5314a62 5304a73 5314a25 5772a53	25	800
大力钳、长嘴老虎钳	7136a19	2	50
尖嘴钳（小型、大型）	5451a12	2	35
牛鼻钳（小型、大型）		2	35
大力钳（大型）	7136a15	5	60
大力钳（中等弯曲型）	5172a17	5	45

工具名称	麦克马斯特公司（McMaster）商品号	经济版售价 单位：美元	豪华版售价 单位：美元
活动扳手	5385a12 5385a15	3	40
撬棍	5990a2	2	30
截管器	2706a1	15	80
玻璃切割机	3867a16	2	25
链式切割机	3771a15	50	150
金属薄板剪	3585a13 3908a11 3902a9	10	40
精加工锯	4012a1	10	30
弓锯	4099a1 6917a11	4	10
孔锯组合工具	4008a71	25	120
手工拉锯	4058a52	10	20
丝锥与板牙（公制、英制）	2726a66	40	1200
钻孔机组合工具	28115a77 31555a55 31555a56 31555a57 8802a11 8802a12 8802a13	5	1200
去毛刺敷带机	3018a4	5	80
去毛刺工具	4253a16 4289a36	2	25
钻孔机挡	8959a16	2	10
老虎钳	5344a31	10	1500
夹钳	5165a25	2	45
卡钳	51755a7	15	50
钳口拆卸器	6293k12	50	180
锉刀	8176a12 8194a12	2	100
液压千斤顶		25	200

工具名称	麦克马斯特公司（McMaster）商品号	经济版售价 单位：美元	豪华版售价 单位：美元
滑轮组或提升绞车		50	500
螺丝刀（平头、十字槽）	8551a31	1	90
螺丝刀组合工具	52985a21 52985a23	10	40
丙烷加热器		10	50
热风枪		50	250

电动工具

18V电钻	29835a16	25	300
带锯	4164a12	250	5000
往复锯	4011a25	120	250
复式滑台斜锯	3001a21	200	600
斜台锯	27925a12	300	2000
钻床	28865a31	100	2500
压入式槽刨机	36485a11	100	300
手动车床	8941a12	500	5000
金属惰性气体保护焊	7899a28	200	1500
频闪观测仪	1177t92	25	250
可调加热板	33255k61	50	800
达美电磨	4344a42 4370a5	50	150
角磨机	4395a16	50	250
台式磨床	20535A654	75	300
带式打磨机	4892a21	100	200
圆盘、带式打磨机	46245a49	250	1500
布里奇波特磨床		500	15000
埃塞施耐德热刀		50	200
缝纫机		25	2500
空气压缩机	4364k3	200	2500
气动喷枪	31195k11 3210k11	50	500
真空泵		100	1000+
氧乙炔焰炬	7754a12	250	1500
等离子体焰炬		600	3000

计算机控制工具

喷墨式打印机		25	250
大幅面打印机		900	25000
数控磨床		2500	120000
数控车床		5000	150000
激光切割机		12000	50000
等离子切割机		3000	20000
电火花线切割机		100000	250000
射水流切割机		80000	150000
3D打印机（Z Corp公司、频分多路复用、标准模板库）		25000	250000
刻字机（罗兰公司）		1000	25000

电工工具

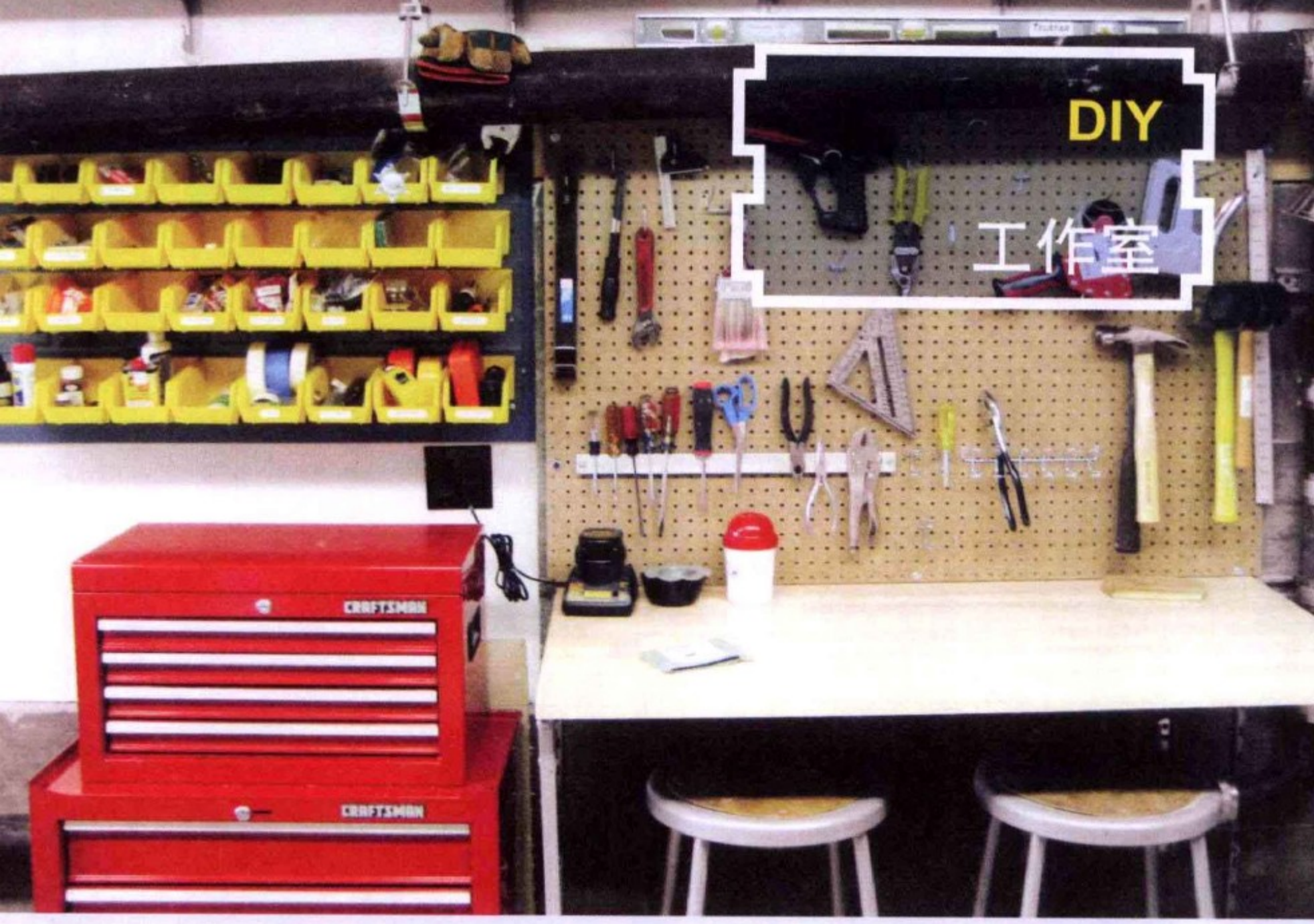
剥线器		2	80
钳类组合工具	5323a49	10	120
工件固定座、放大器	5007a14	5	100
万用表		75	250
温控焊接工作台		150	1000
热空气去焊工具		30	500
台式电源供应（多输出）		150	500
烤炉（可定时、可调温）		40	60
显微镜（目视安全、可视化、可测量）			
示波器		500	5000
微型镊类组合工具		2	100
拾放工具		3000	25000

概念工具

光学工具台		1000	400000
光罩制造机		50000	1000000
小型投影仪		4000	50000
热压器		1000	20000
环境扫描电子显微镜		25000	500000
3D扫描仪		5000	100000
准分子激光切割机		100000	1000000
光电导继电器			100000
微量移液器		20	2000
旋转涂布机		500	25000
高温炉、真空炉		2000	30000
化学罩与玻璃仪器		2000	1000000
超声波焊接机		5000	25000
弯管机		1000	40000
阳极氧化槽、蚀刻槽		25	2500
烧窑		500	5000
铁砧		250	1000
坩埚		20	2500
薄膜蒸发器、溅射反应器		5000	100000

安全、测量与可视化工具

护目镜	2404t21	1	10
耳罩	9205T6	2	30
测微计	2054a75	5	300
测径器	8647a44	5	500
头盔式放大镜	1490t3 1509t14	5	120
测隙规	2070a7	1	25
水平仪	2169a4 2169a1	5	50
卷尺	19805a74	1	25
可调立体显微镜	10705t64	500	25000
耐热手套		5	100
工作手套		1	40
焊接面罩x		15	100



高效工作台



在拥挤的角落里搭建一个便宜的工作空间。

托德·拉宾

没有一个好的干活的地方是很难进行制作的，然而搭建一个基本的家庭工作台有两个因素无法调和：高昂的价格与有限的空间。

工业级的装置和时髦的车库存储系统需要花费的资金可不少，而另一方面土地还是一个比较稀缺的商品，车库还是要用来停车的，地下室要用来做仓库的，而杂物间则是必须放洗衣机和零碎的东西的。所以给工作台找块地方似乎总那么难。

我最终决定在狭小的车库里建造一个简单的工作台，限制条件可不少。我为了不妨碍车的进出，这个工作台必须很窄，宽度不能超过2英尺。而实际情况是我需要很多的地方放工具、零碎元件以及成箱的大东西。

难度更大的是在几个排水管和污水管附近搭建我的工作台，而这又进一步挤压了我本来已经很小的工作空间。下面就是我如何在这些限制条件下搭建我的工作台的步骤。

照明

对精细工作和细小元件的操作来说，明亮而没有影子的照明是必须的。这也是我碰运气搞出来的一个区域。我们最近刚整修了一下房子，现在我们的车库天花板上挂着崭新的日光灯。若没有这些条件，用一个插头式的头顶日光灯也是一个廉价的解决方案。我手头还有一个5美元的底座带夹子的灯用于照明。

摄影：托德·拉宾

工作台

由于空间受限，我尝试用2×4标准板和一些胶合板来做我的工作台。然而最后我还是觉得找一些直接能买到的东西来搭建可能会更加容易（也更加便宜）。很多五金连锁店里的工作台都贵得离谱而且还只是半成品，而Clobal Industrial（globalindustrial.com）上有一些150美元甚至更低的工业级工作台。问题在于这些工作台都太大，通常能到60英寸×30英寸。我没有这么大的空间，而且我的排水管已经侵占了一部分空间，我还得找个不是将整个面贴在墙上的工作台。

我最后在宜家找到一个理想的解决方案，这连我自己也觉得惊讶。宜家的Antonius存储系统是一个采用悬挂梁的建在竖直的金属导轨上的存储系统，而这些导轨可以拿螺丝拧进墙壁里。这就是一个很紧凑的工作台配置，工作面是24英寸深、47英寸长的层压刨花板。工作台很结实，用处很多，而且还很便宜，总共加起来还不到50美元。

工具存放

宜家还给Antonius存储系统提供配挂板的选件，但是这个配挂板用的是方形孔图案，和常见的配挂板附件不兼容。我直接将半张标准圆孔配挂板拿螺丝装到了工作台的后侧，从而避免了这个问题。

为了存储剩下的工具，我妻子拿出了她当年家庭办公用的红色Sears的Craftman艺人工具柜（我就知道我找对了结婚对象）。这些也不算贵，基本的型号应该175美元左右就可以拿下。

元件存放

嗯，小东西：螺母、螺柱、螺丝、钉子、胶带、胶水、墙壁预埋件、电线还有其他的种类。这些东西需要什么时候都能拿到，但拿咖啡罐或者塑料罐子放元件很快会笨重不堪。

一个可拆除的塑料盒组成的落架（就是用在工厂和库房里的那种）是一个简单便宜的完成这个任务的选择。Global Industrial有和36英寸×19英寸的墙壁安装面板一起卖的32个小盒的套件，总共50美元左右。大一些的型号也有，而且带的盒子也多一些。



一个可移动塑料盒“落架”是收纳物品最简单的方式。

大件存放

好的架子体系是充分利用有限的车库地面空间和其他共用面积的最好方法。这里我又有冲动去简单地拿木条搭一个竖直的架子，然而为了将来的扩展，我还是选择了工厂的制品。

Gorilla Rack钢架便宜又结实，Cosco或是Home Depot都有卖，但是一般只有一个大小并配置出售（而这又可能不符合我们的要求）。Global Industrial还有很多商用等级的架子，各种长宽高以及不同配置的都有，价格也合适，能最充分的利用宝贵空间里的每一点面积就更好了。

选件与附件

我的主要设施工作台就位后，我还加了更多的螺丝固定件来完成准备。我将一个2英尺长的电源板拧进了宜家工作台的桌面后边缘，以便提供足够的电源插口，满足充电设备以及烙铁的需要。为厨房刀具存放而设计的磁性板也可以用在这里以便整理常用工具。宜家店里这个也卖得很便宜，于是我买了一个并装在配挂板上。现在我所有的东西都很好地挂起来了，组织得也不错，电源也都齐备了，可以开始干活了。

托德·拉宾（telstar@well.com）是领军的集成服务提供商Telstar物流公司的兼职车队运营官。

译者注：Cosco是美国著名的仓储式超市，Home Depot是美国著名的家具超市。



草图大师设计工作台



用Google的免费绘图软件来设计自己的工作区域。 乔恩·艾德格·帕克

Google的Sketchup（草图大师）是我最喜欢的设计工具，要是一切顺利的话，这也将很快成为你最喜欢的设计工具。尽管我每天工作还用一些高端的3D软件，Sketchup还是让我很震惊。与其他软件不同，Sketchup能够做到快速有趣且准确地创建3D草图（而且还免费哦）。

制作爱好者们很快就会发现Sketchup在很多方面很有用，从家具设计到工作室布局，从项目外壳到机器人外骨骼，这个软件用在这些方面都很有效，你能够用现实世界的尺寸快速画出设计草图。

我决定用Sketchup来设计一个我很需要的工作台。第一阶段是创建概念模型，就是一个粗略的3D草图。第二个阶段是设计工程图，这个时候我需要想好实际的材料单并作出项目计划。

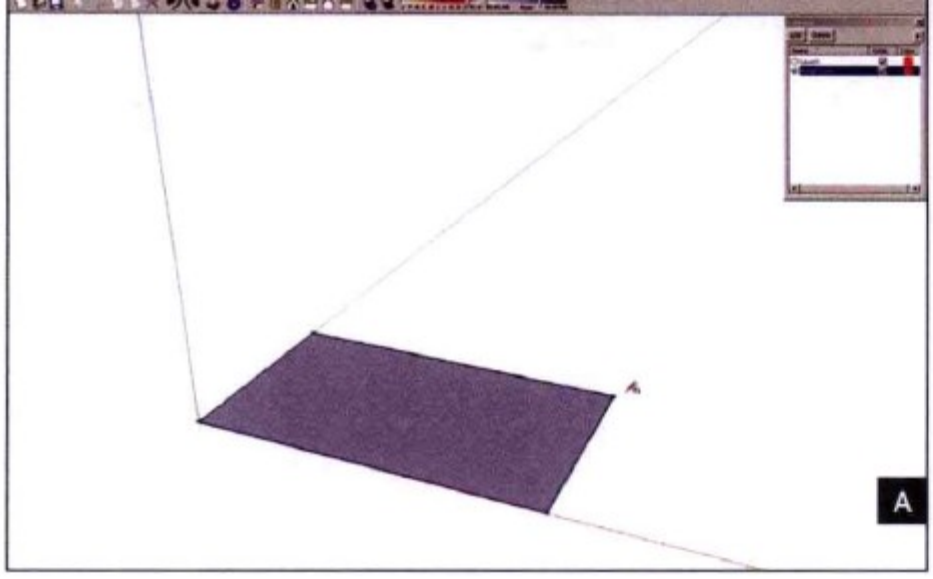
工具：

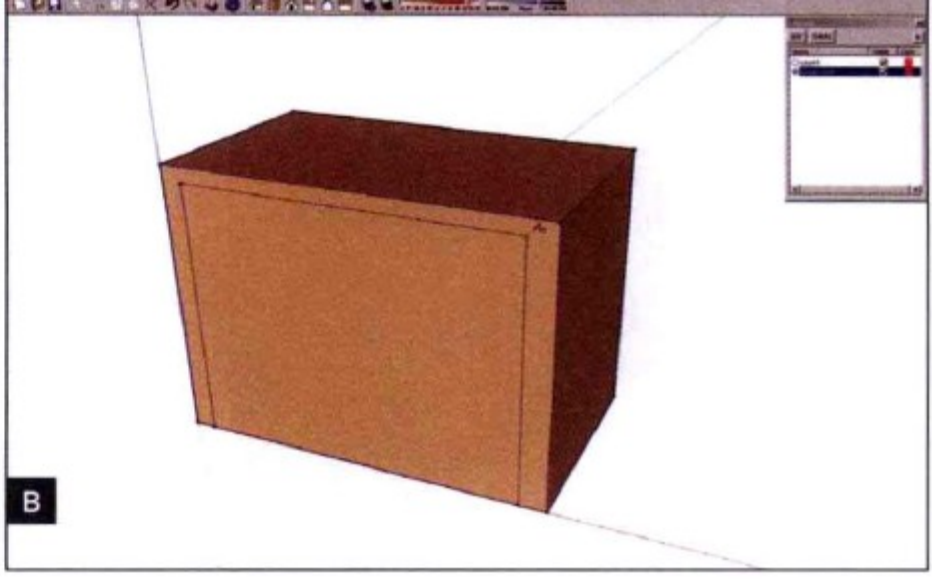
现今主流配置的PC或Mac机

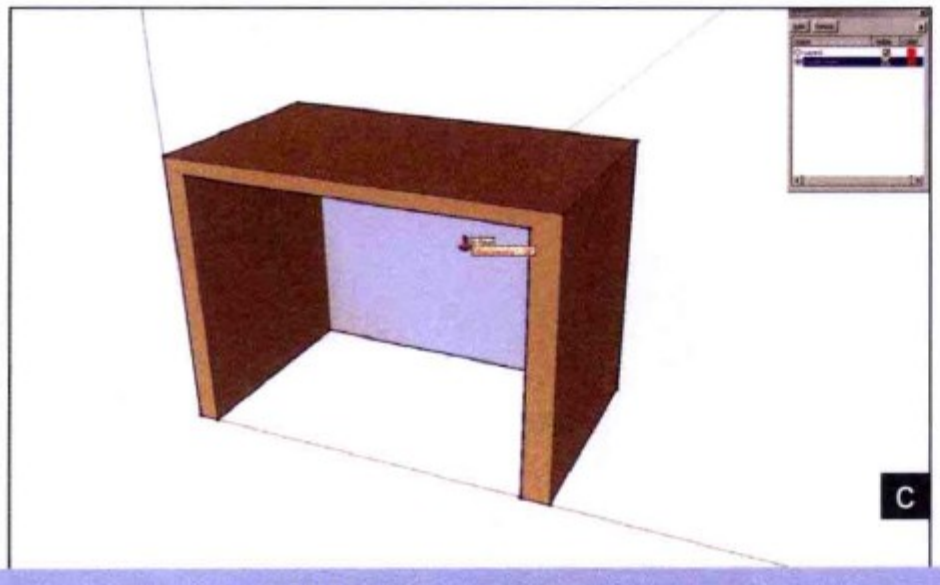
Google Sketchup软件（可免费下载）

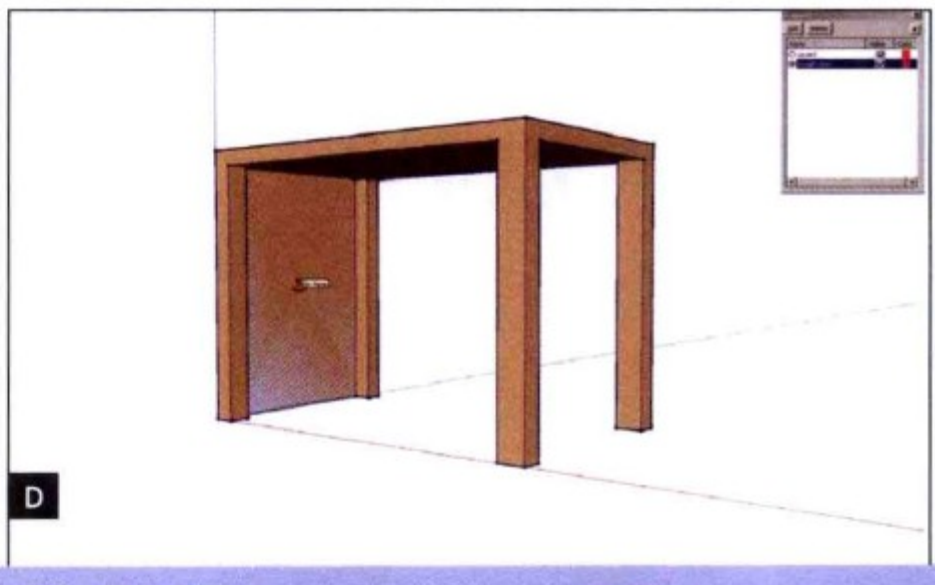


摄影：乔恩·艾德格·帕克









图A：画一个长方形。
图B：标上切割边。
图C：挖出内侧。
图D：切出桌腿。

在Sketchup里面搭建一个工作台

第一阶段：概念设计

1. 运行Sketchup

1a. 从sketchup.google.com下载并安装Sketchup。那里有Windows XP版和OS X版的。

1b. 启动Sketchup并跟着帮助→自定进度教程→简介里的介绍性资料走一遍，感受一下各个视图与画图工具。

2. 准备工程

2a. 单击“文件（File）”→“新建（New）”，创建一个新工程。点击“窗口（Window）”→“模型信息（Model Info）”，选择左边的单位项并从格式列表中选择小数。这样新工程中的测量值就都是以英寸为单位，而不是既有英寸又有英尺。然后选择“窗口（Window）”→“样式（Styles）”，点击“编辑栏（Edit tab）”，打开“显示边线（Endpoints）”。

2b. 使用“选择（Select）”工具（这个在“工具（Tools）”→“选择（Select）”下）单击场景中的2D人。这个人的名字叫Bryce。单击“编辑（Edit）”→“隐藏（Hide）”，关掉Bryce。

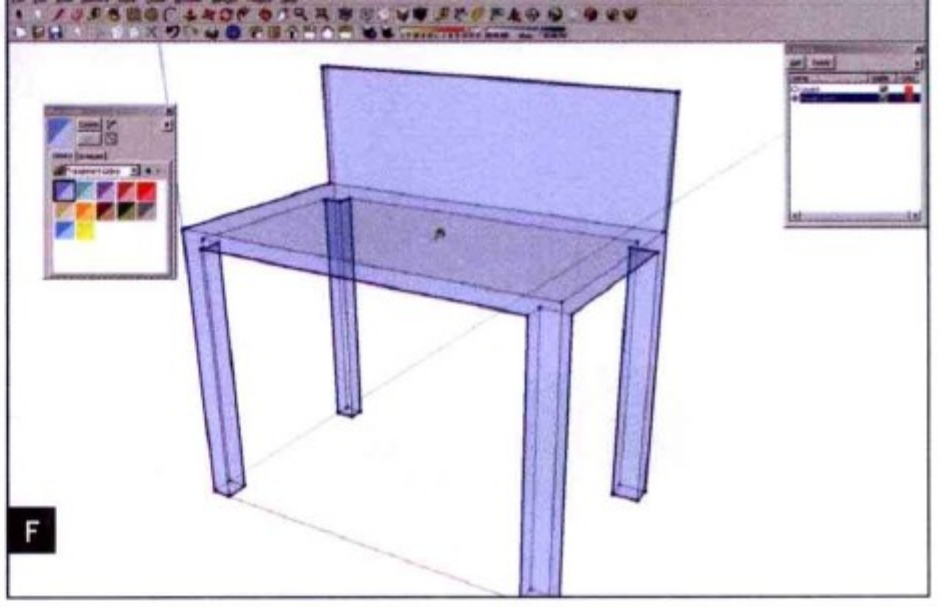
2c. 我习惯于将工程中的各个模型放在不同的层，这样控制显示与交互比较容易。在概念设计的阶段添加一个新层，具体做法是选择“窗口（Window）”→“层（Layers）”然后在调出的层窗口中单击“添加层（Add Layer）”按钮。将这一层命名为Rough Layer，并单击显示的“单选（Active）”按钮将这一层激活。所有的新物体都是放在活动层的。

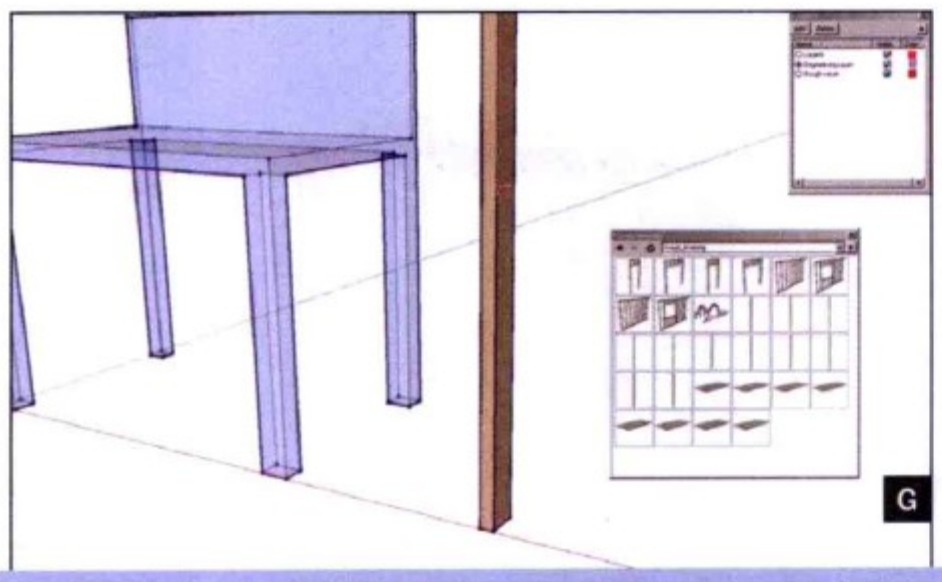
3. 勾勒草图

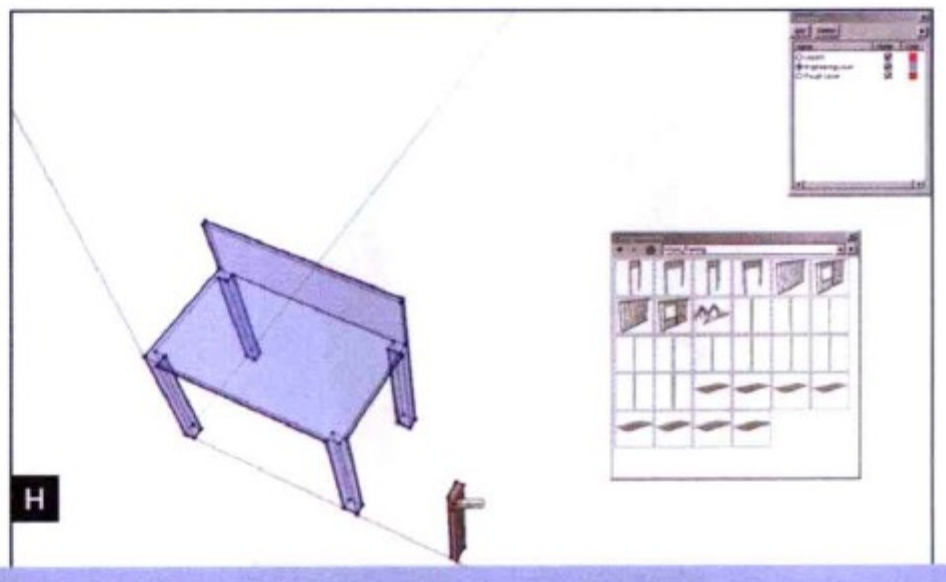
3a. 开始的时候都是用矩形。选择“绘图（Draw）”→“矩形（Rectangle）”就可以了。现在，左键单击原点（场景中心轴坐标轴相交的点）并向对角拉，同时注意界面右下角的测量数据。松开鼠标就完成了这个矩形了。画完一个图形后可以立刻输入准确的大小：输入48英寸，28英寸再按“回车键（Enter）”（不需要点什么东西，直接输入）。一个带阴影的矩形就出现了（见图A）。

3b. 向上拉伸这个矩形，这样模型就









图E：为配挂板画一条线。
图F：将粗略的模型涂成半透明。

图G：量出锯桌腿的地方。
图H：将桌腿组成一个组。

有了高度。这个操作的方法是单击“工具（Tools）”→“推拉（Pull）”。这个工具很有意思：把鼠标放到桌面上点住向上拉，放掉鼠标后输入准确的高度36英寸。

3c. 现在可以切割下边了。用卷尺工具点击底角然后再点底边的任何一点来创建一个离左下角3英寸的导向，然后敲击3英寸来设定准确的长度。接下来用矩形工具在前面板上画，以刚创建的导向为边，42英寸和34英寸的大小比较合适。当然你也可以敲进准确的长度。虽然只是个草图，但如果高度统一，下面有些步骤效果最好了（见图B）。

3d. 用推拉工具将新的面推到模型的后面。鼠标和后面平齐的时候你会看到跳出来一个“在平面上（On Face）”的窗口。松开鼠标，模型里的一大块就切掉了（见图C）。

3e. 重复这个过程两次把工作台的两个内侧面去掉，留下4条腿。每个矩形都从地边缘开始，距离边2.5英寸。距离用卷尺先量好，矩形的大小是23英寸×34英寸（见图D）。

4. 添加细节

4a. 接下来加上一块配挂板。单击“绘图（Draw）”→“直线（Line）”菜单来选择直线工具（铅笔符号），点击桌面左边缘上靠后边缘的一点并向右移动鼠标画线，如果这条线和X轴平行，画出来的线就是红色的。当看到弹出来一个告诉你到达右边缘的消息时就可以点鼠标设定第二个端点完成这条线了（见图E）。

4b. 用推拉工具将这块桌面后部的小面拉起到大于16英寸的合适高度。

4c. 下一阶段，需要用这个粗略的模型来作为工程模型的模板。要想那时更加容易，现在可以在这个粗略的模型上刷上一层半透明的材料。选择“工具（Tools）”→“颜料桶（Paint）”，在半透明中选择蓝色半透明玻璃模板，按下Shift键点击模型加以喷涂（见图F）。

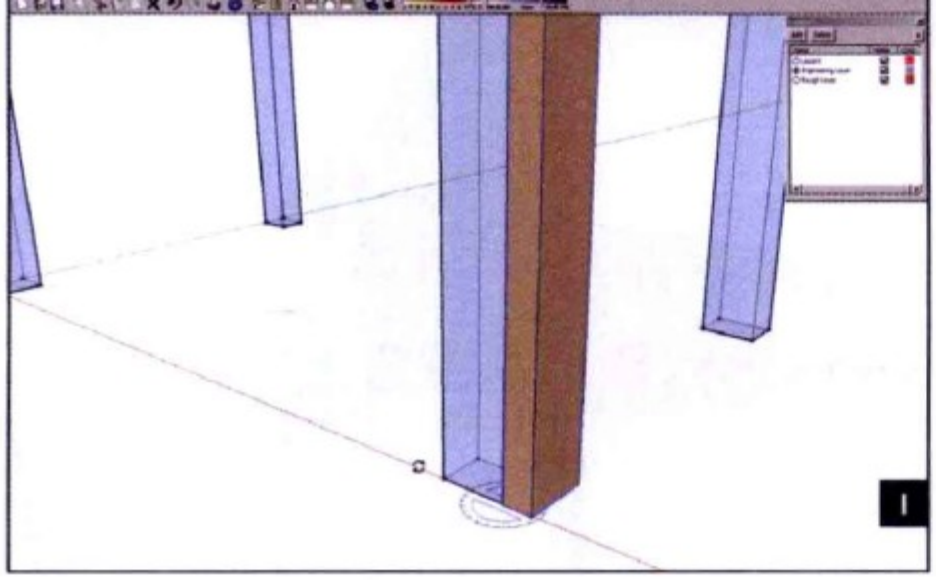
4d. 单击“文件（File）”→“另存为（Save As）”，并输入文件名为*workbench.skp*，将场景保存，单击“保存（Save）”按钮。

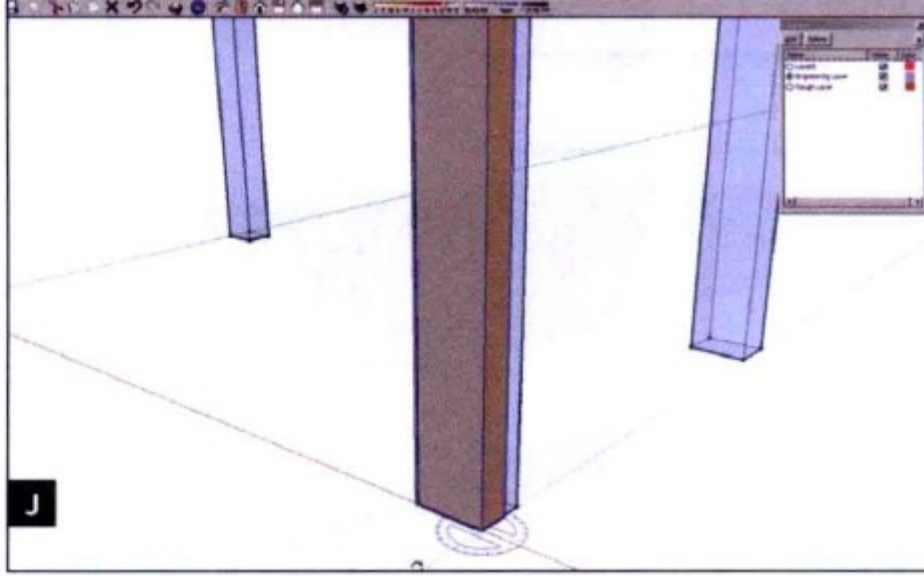
第二阶段：工程设计

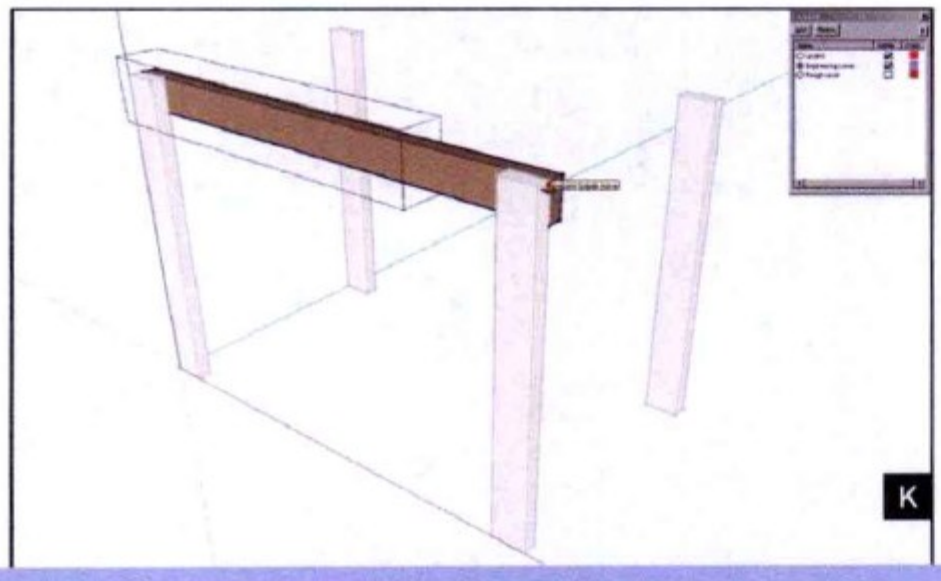
5. 选择部件

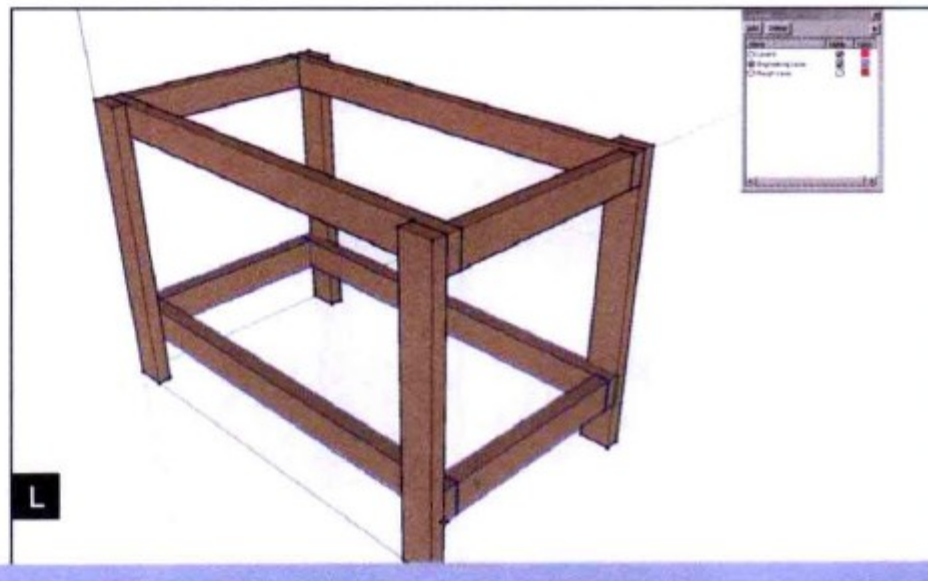
5a. 创建一个新层（“窗口（Window）”→“层（Layers）”），并将之命名为Construction Layer。将这层作为活动层。

5b. 单击“窗口（Window）”→“组件









图I：准备旋转桌腿。
图J：将桌腿旋转90°。

图K：创建一个上部支撑螺柱。
图L：将上方的部件复制放到下方。

（Components）”，打开组件窗口。然后在下拉菜单中选择“建筑（Construction）”，这里就看到了我们要用的2×4标准板。单击并从“组件（Components）”窗口中将这个12英寸长的2×4螺柱拉到场景中。

6. 切割木料

6a. 右击螺柱并选择“炸开（Explode）”，不会有什么事情突然发生，只是现在可以编辑这个螺柱了。

6b. 我们可以通过“卷尺（Tape Measure）”工具来测量切口。点击底部螺柱的角落点然后再点同一边缘上中间某个点。敲进腿截口的高度34英寸，然后按“回车（Enter）”键（见图G）。

6c. 使用推拉工具将螺柱的顶面拉到刚测量的导向点位置，这样就将桌腿长度截到34英寸。

6d. 使用选择工具，单击螺柱3次，这样选择所有的连接面，然后通过“编辑（Edit）”→“创建组（Make Group）”将它们放在一个组内（见图H）。

7. 制作拷贝

7a. 选择桌腿，然后选择“工具（Tools）”→“旋转（Rotate）”将桌腿绕Z轴旋转90°（量角器应当是蓝色）。然后单击“工具（Tools）”→“移动（Move）”，将桌腿移到粗略模型的某个桌腿上。这个的具体操作是单击一个底面点一次，然后再单击粗略模型上的对应点（见图I和图J）。

7b. 这条腿还选择的时候，单击“编辑（Edit）”→“复制（Copy）”来实现复制，然后单击“编辑（Edit）”→“粘贴（Paste）”。将新的桌腿定位并重复操作完成其他的桌腿。

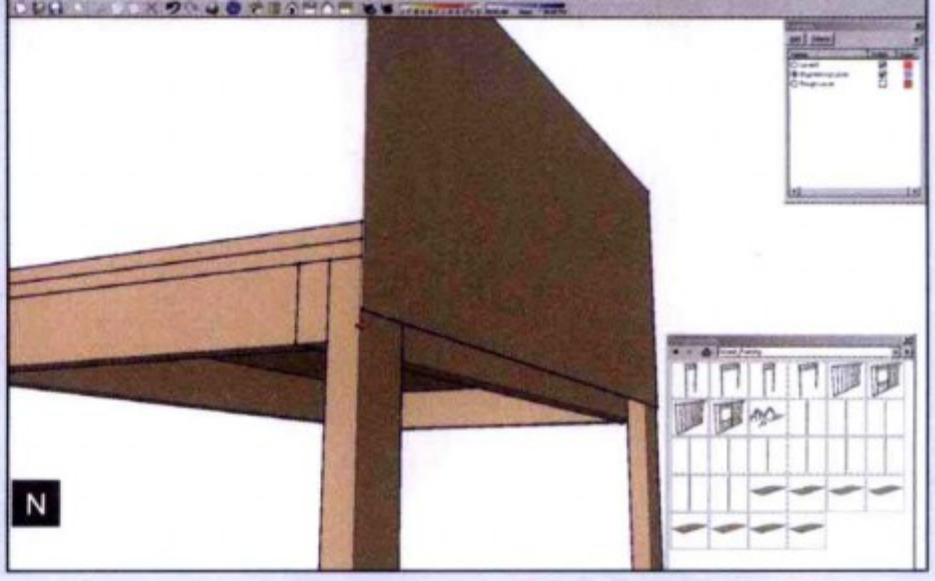
7c. 在层窗口中将粗略层视图关闭，这样整个屏幕就干净多了。

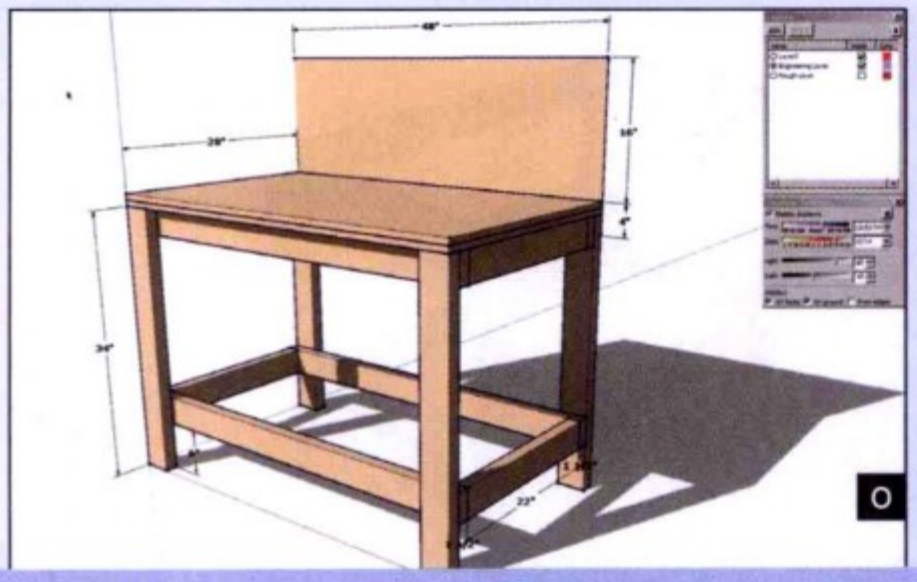
8. 支持框

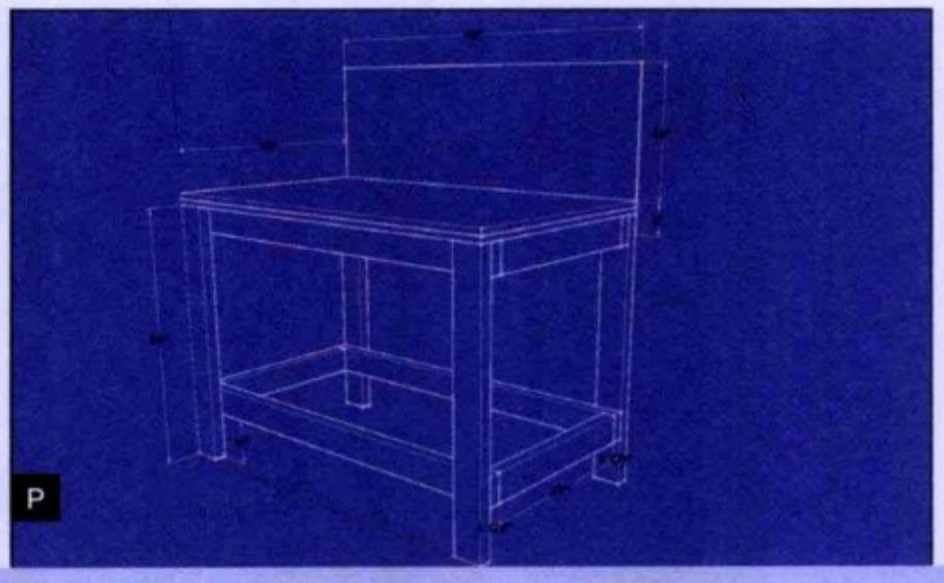
8a. 对任意一条腿进行粘贴、移动、旋转、调整大小等操作做成前面的上支撑。为了可以编辑螺柱的长度，可以用“选择（Select）”工具双击这个组，然后在一个边缘面上使用“推拉（Push/Pull）”工具。重复这个步骤3次完成框架（见图K）。

8b. 在下面复制边框的部件来支撑下面的桌腿，位置大约在离地面6英寸。操作过程是按住“Shift”键选择这些部件，然后使用“编辑（Edit）”→“复制（Copy）”，再使用“编辑（Edit）”→“粘贴（Paste）”。









图M：为顶面切割两块刨木板。
图N：调整配挂板大小。

图O：查看大小与阴影。
图P：用蓝图风格吓唬一下你的朋友们吧。

9. 顶面

9a. 从3D模型库，这个支持用户模型的库里面拿一块标准的3/4英寸胶合板准备做顶面。方法是单击“文件（File）”→“3D模型库（3D Warehouse）”→“获取模型（Get Models）”。在搜索栏里输入“3/4 thick plywood”。找到之后单击“下载模型（Download Model）”再单击“是（Yes）”加载到场景中。将这个板抓到工作台顶上然后和处理2×4一样处理这块板以得到合适的大小。为了得到结实的工作面，在第一层胶合板上再加一层胶合板（见图M）。

9b. 我们可以将配挂板加在后侧，用3D模型库导入并放置一块1/8英寸的胶合板，然后用推拉工具将这块板挤成高于工作台顶面16英寸以及低于顶面4英寸（见图N）。单击“文件（File）”→“保存（Save）”将模型保存下来。

10. 标注尺寸

10a. 要想在模型上加入尺寸标注可以选择“工具（Tools）”→“尺寸（Dimensions）”，然后单击需要加尺寸的两点，并向外拉一下放置文字。任何不同的切口或者测量都可以这样得到尺寸。

10b. 选择一个讨人喜欢的星际视图然后单击“文件（File）”→“打印（Print）”。现在完成了，新的工作台也是最佳的样子。单击“视图（View）”→“阴影（Shadows）”来打开阴影渲染。你还可以通过“窗口（Window）”→“阴影设置（Shadow Settings）”来调整光照（见图O）。

通过“窗口（Window）”→“样式（Styles）”调整场景的颜色设定，你可以创建一个干净的蓝图，木炭渲染的松散阵型，水印还有更多样式（见图P）。太棒了！

资源：

《3D建模》作者丹尼斯·弗凯，insitebuilders.com

《Sketchup初级培训》DVD go-2-school.com

官方Sketchup论坛：groups.google.com/group/sketchup

总原则：通过3D模型库来共享你创建的模型，记得加上《爱上制作》的标签。

在寻找更多的模型吗？搜索一下3D模型库这个Sketchup用户模型库吧。单击文件“文件（File）”→“3D模型库（Warehouse）”→“获取模型（Get Models）”就可以了。

乔恩·艾德格·帕克在迪士尼动画工作室专精CG人物。他也是《使用Maya理解3D动画》一书的作者。可以到parkhaus.blogspot.com看看他自己怎么说。

DIY

工作室



没有哪个外国螺丝头能难倒摆弄弹性橡皮泥和德梅尔电磨的行家。

恣意拧螺丝

用给螺丝头塑模的办法制作一个防破坏螺丝刀头。 乔纳森·南丁格尔

有个朋友请我帮忙，要我从他家的门框上无损地拧掉某些非标准规格的螺丝。当时，我本以为不会遇到什么阻碍。很多厂家都使用所谓的防破坏螺丝或者安全螺丝，用来防备那些俗称硬件创客的人。最常用的型号有防破坏六角螺丝、扳手型螺丝和斜Y型螺丝等。通常情况下，这种隐蔽式安全措施用多数五金店和电子用品商店都能买到的安全螺丝刀套装就能搞定。所以，我以为我们很快就能拆掉那块面板。

然而，我们遇到的并非标准异形螺丝。一般螺丝头的中心都有一个齿形的凹痕，而这种螺丝头基本是一个边上切掉了三个缺口的圆形，内部呈一种等边三角形的构造。我在网上查询了相关信息，发现这种螺丝用的是一种三槽口式设计（lara.com/reviews/screwtypes.htm有关于标准安全螺丝类型的很有价值的参考）。并且，这种螺丝的刀头要卖到10美元一个。当我们用钳子和暴力拧开螺丝的策略失败后，我决定亲手做一个刀头。我需要做一个螺丝的铸件作为参考，然后找到做刀头的合适材料，再用德梅尔电动工具完成金属加工。

工具：

- “坨”弹性橡皮泥（Silly Putty）
- 一把一元店买来的六角扳手（即艾伦内六角扳手）
- 德梅尔电动工具
- 保利菲拉石膏填缝剂（Polyfilla drywall compound）或其他快干斯巴克填料(spackle)

摄影：阿米·南丁格尔





第一印象：用弹性橡皮泥为防破坏螺丝头做一个模具。你将利用这个模具，用一般的墙壁斯巴克填料做出螺丝头的铸件。

市面上还有比弹性橡皮泥更好的塑模材料，但多数都比它昂贵。在短时间内使用时，橡皮泥柔软易“流动”，锐利度易流失的特性并无大碍。揉搓橡皮泥让它变软，然后把它按在面板上。这种柔软的塑模材料有个好处，它能轻易地填进埋头螺孔中。拿掉橡皮泥做成的模具后，我用墙壁斯巴克填料盖住螺丝头的模具，并等待它变干。斯巴克填料干燥后会变得很脆，我要小心地拿起它，不过它也主要是作为参考罢了。

不停打磨

我把铸件带回我的店里。用艾伦六角扳手做刀头是灵机一动想出来的，它们是很好的工具，可以独立使用，价格便宜，并且用材质均匀的金属制成。既然三开槽式螺丝头主要由三个凹槽构成，我必须磨掉六角扳手顶端的金属，直到只剩下三个契合那些凹槽的“端头”。六角扳手是六边形的，在此便于控制三个端头处在等边的距离。

开始制作我的螺丝刀头时，我用带切割轮盘的德梅尔电磨从六角扳手顶端切掉金属。做这种金属加工时，有必要在手边放一杯水。每隔几秒，你可以把扳手放进水里冷却一下。一旦金属开始发烫，就很难握住了。当然，更大的麻烦在于你可能会让一截金属过热，导致金属回火。这会使它变得很坚硬，但也很易碎，这可不是一把螺丝刀该有的特性。一直重复切割、冷却、再切割、再冷却的步骤。当然，眼部防护也是必不可少的。

操作过程中，我参考了之前做的铸件，以确保金属端头的位置和形状都合适。有好几次，我都以为我已经完工了。试着对上斯巴克填料做成的铸件，却发现端头还是太大。我在扳手中间的端头上留的金属太多，它们卡不进凹槽，却只会压在螺丝头上。最后，刀头终于和铸件对在一起了。用中粒度砂纸磨掉毛边后，我就做好了一个虽不怎么美观却很实用的三开槽螺丝刀头。

乔纳森·南丁格尔在白天是IBM的软件工程师，晚上则变身成修理匠。

摄影：乔纳森·南丁格尔

DIY

随身小工具



在工作时带上一个哨子：这些小工具有时候可以帮你一解燃眉之急。

钥匙扣生存工具

不管当你从西亚拉山顶上进行伞降时，
还是手机的按钮被卡住时，
一些方便的钥匙扣工具可能都会帮你一解燃眉之急。 鲍勃·斯科特

虽然在我的日常生活中很少会遇到伞降的情形，但我还是喜欢未雨绸缪。本文就为大家介绍一些我制作随身小工具的经验。

手电

当你在光线不足的小饭馆中拿着菜单点餐时，或者当你所在的高层办公楼停电时，有一把可靠的手电是非常必要的。

LRI公司（网站：photonlight.com）出品的“光子”系列手电应该是我所知道的最好的随身手电了。它不仅灯光明亮，而且坚固耐用。我现在所使用的是该系列中的一款名为“自由之光”、采用白色LED灯的手电，其特点是亮度容易调节，使用时间更长。同时是之前一些型号亮度的两倍，售价约为20美元。

如果你想买一个更小的手电，可以选择用助听器电池供电的Firefli。尺寸勉强够用，上面的开关采用了按压式设计，这对于使用寿命较短的锌空气电池来说是非常实用的（网站：keygearcorp.com，售价约为25美元）。

信号装置

除非你是一位歌剧明星或挨家挨户登门拜访的铙钹销售员，否则你是不会去配备一些能够发射求救信号的装置的。如果你曾经被封在电梯里整整一晚，你就知道你的嗓子经过几分钟的呼喊后就会变得嘶哑，而这时，如果手边有一个重量几乎可以忽略不计的哨子，就可以吸引到外部更

摄影：鲍勃·斯科特

多的注意，尽早让自己得到营救。

我所使用的哨子是售价为5美元的福克斯40迷你哨（fox40whistle.com），小小的尺寸让其看起来像是一个装饰品。福克斯最近发布的一款迷你哨拥有更为可爱的外观，声音还是非常响亮。这两款哨子内部都没有其他零件，所以即便被水淹过，也可以正常工作。

工具包

莱泽曼公司（leatherman.com）生产的Micra和Squirt工具包相对于其他工具包来说是非常不错的，它们都包含了一些常用、实用的工具，如弹簧式的剪刀和尖嘴钳。而RadioShack公司生产的工具包里则直接用剥皮钳替代了标准的钳子，售价30～40美元。

指南针

指南针是个常用而很少被人注意的小工具，我最喜欢的是复古刀制造商Marbles（marblesknives.com）生产的液体阻尼袖珍罗盘，售价大约是15美元。如果你的预算比较高，可以选择Traildrop公司（www.highgearusa.com）生产的第二代数字罗盘（加温度计）钥匙扣，这款产品采用了一个微芯片和背光液晶屏，拥有所有你想要的功能。

测试设备

试试售价约160美元的核辐射测试仪如何？NukAlert公司（nukalert.com）生产的核辐射测试仪看上去像是一个汽车防盗遥控器，它可以对周围环境中所含有的能对人体造成侵害的Y射线和X射线进行检测。根据辐射量的高低，设备会发出10种不同的警报声，你可以根据这些警报来在危险区中采取相应的行动。

这台设备的检测结果是准确的吗？我也不知道。因为我所居住的房子中的辐射量总是模糊不定的，所以我无法对生产商的产品宣传进行评价。不过他们已经是国家授权的核辐射测试设备生产厂家，所以基本上可以放心购买。

鲍勃·斯科特是某公司消费类电子产品营销部门的统计分析师。

USB闪存备份方案

与其在钥匙圈上挂一堆没用的东西浪费空间，不如在上面存一些可以进行数据传输的文件怎么样？比如：

浏览器：不论是单独安装一个Firefox，或者把现有的书签复制一份，从浏览器中导出为HTML文件。并将其添加到你的RSS新闻和播客种子里来在路上进行连接，或者也可以分享给你的朋友们。

数据：除了当前你的确需要的项目信息之外，你还需要把你电脑上“我的文档”文件夹中的90天以内的文档进行备份。同时将自己的联系人名单生成一个PDF文档备份下，以防PDA出现“罢工”情况。

电子邮件：如果你没有使用基于网络的电子邮件服务，你可能会想对近期的收件箱进行备份，或者在Outlook里创建一个重要的.pst备份文件。

照片及音乐：你在过去几周里所拍摄的有趣的照片，上次假期时拍摄的情侣照，还有一些你在办公室里或朋友聚会时拍摄到的温馨场面等。同时加上你最爱的20首MP3格式的音乐。

各种手册：为手机、相机和汽车的使用手册制作一个PDF副本，方便在旅途中进行查阅（可以浏览相关网站以获取最新的手册）。

软件：应该会有一张常用的软件列表，但是把这些软件打成压缩包之前，先看看能不能从网络上再获得一些软件（如趋势科技的在线病毒检查工具Housecall），你可能会得到更好的版本。

编号：在根目录下新建一个名为“请把它归还于我”的txt文档，里面写下自己的联系信息，你可能会因此而幸运地找回遗失的文件。

如果里面有一些涉及隐私的数据，可以对其进行加密，并在硬盘上进行备份（不要备份密码！）。

在进行完对应的设置之后，在电脑的专用文件夹中对这些文件进行备份。此时如果需要更多的空间来存储大文件的话，可以把闪存上的数据删除一部分，不过最好尽快将其恢复原状。

——鲍勃·斯科特

单册定价
35元



关注新浪官方微博
http://weibo.com/makeaszz
参与有奖活动

搜狐IT频道的专栏定期更新部分章节
http://it.sohu.com/s2010/make/

亚马逊评价 ★★★★★

《爱上制作》是美国《Make》简体中文版系列书。书中包括日常生活中的各种创意手工制作项目，内容涉及电子、机械、工具、户外、家庭、音乐等方面。

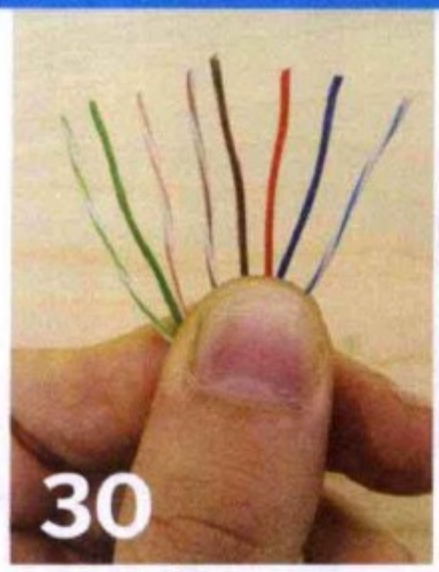


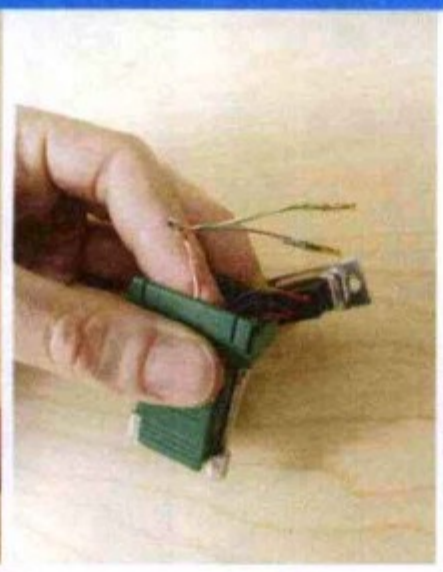
人民邮电出版社 POSTS & TELECOM PRESS　O'REILLY

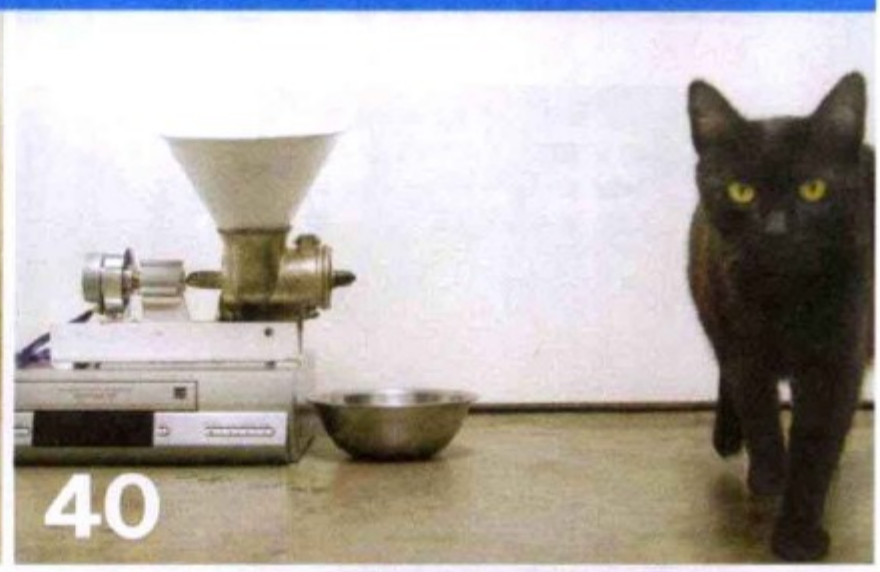
2012 Make: 中文版精彩继续……

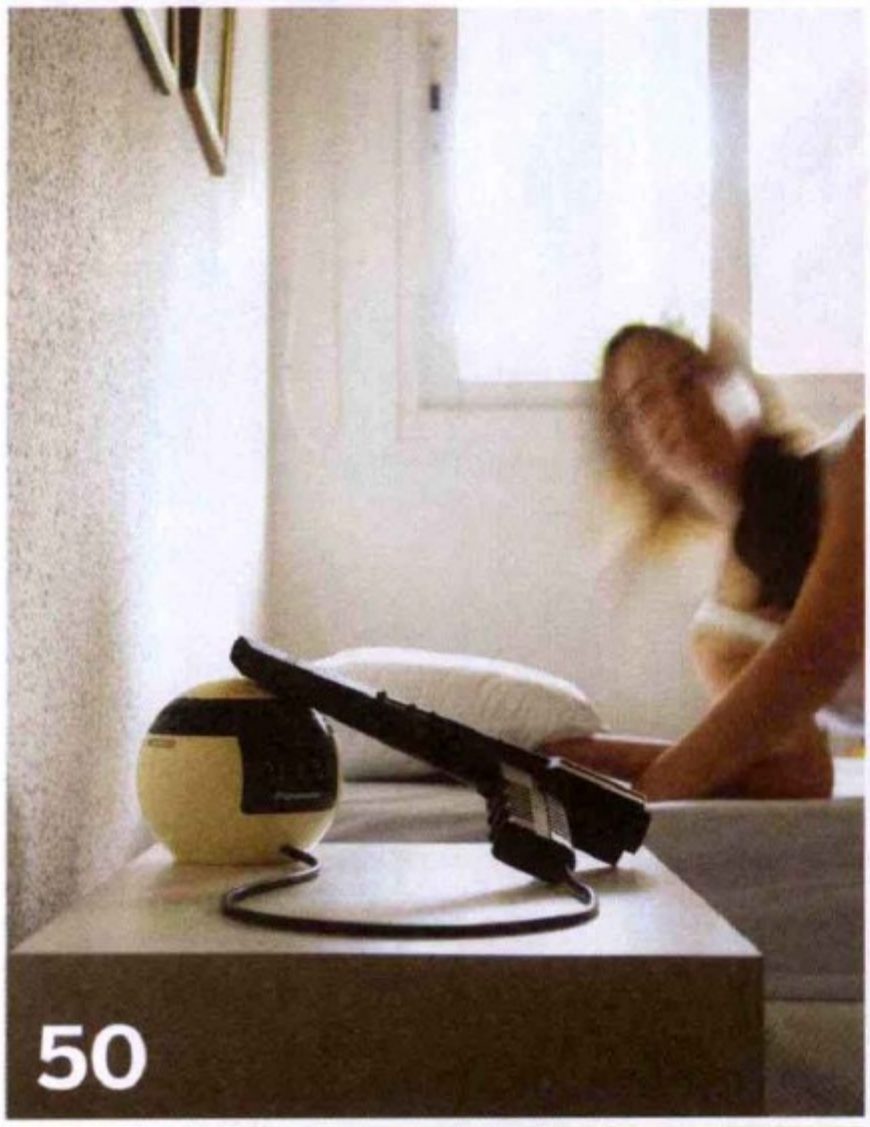
“闹钟是被很多人讨厌的东西，然而设计者似乎并不在意这样的评价。这一点从它们的性能和设计的改变之小就能判断出来。为了增加一个新的功能，我们打算用一支枪来射击这个闹钟。”

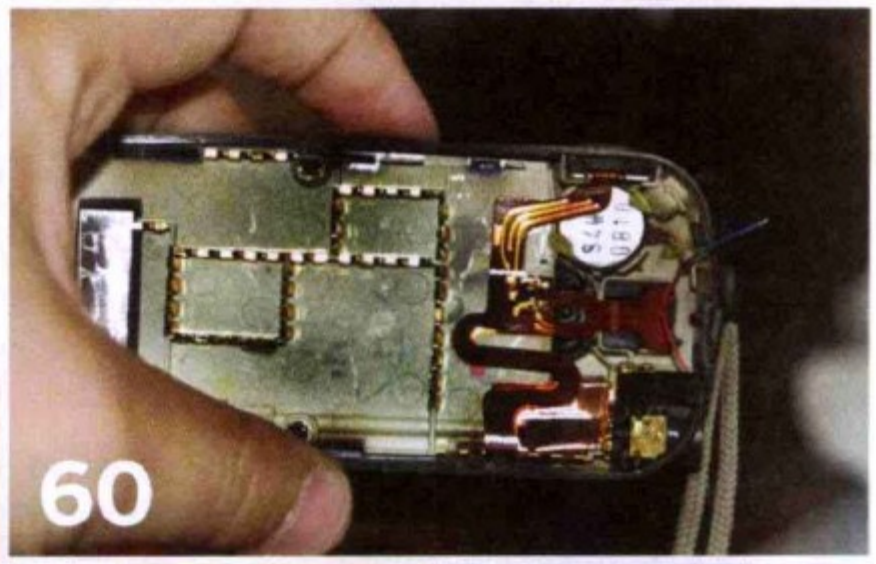
罗杰



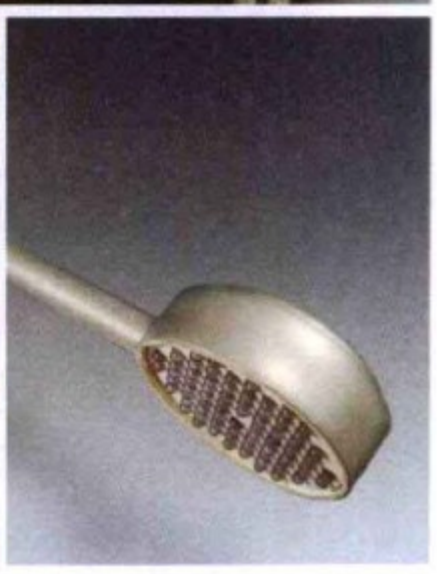


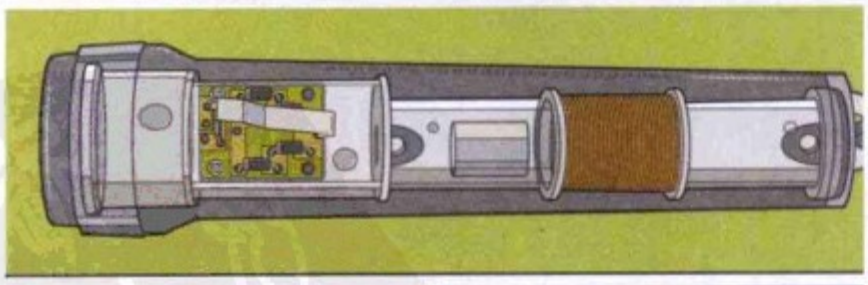


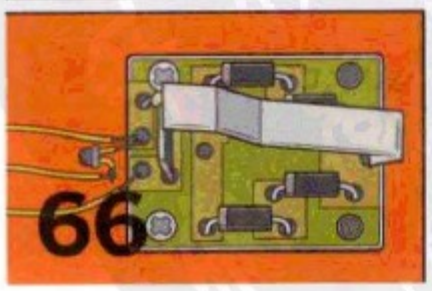


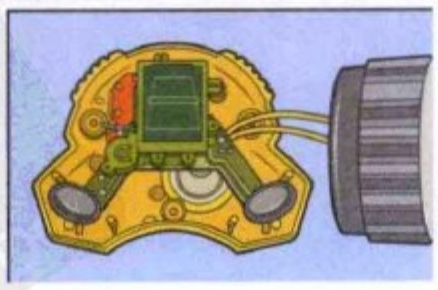


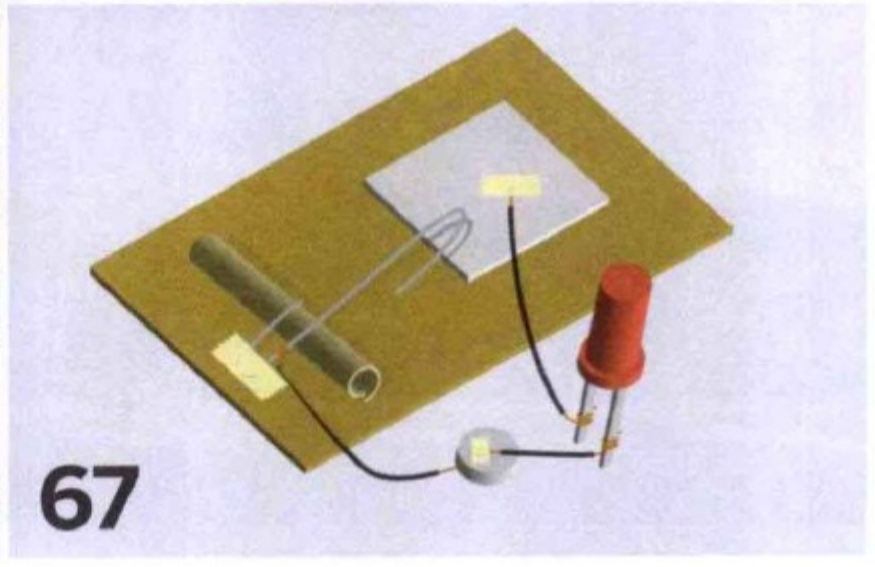












最佳电子项目



电子产品：不再仅限于资深极客

有太多的人不必要地被电子产品吓到了。一部分人认为，这该是那些经常有点儿狭隘的专业电子工程师的错，因为他们很难向我们这些“麻瓜”解释电子的奥秘和运动。在本书中，我们试着给每个人所需要的工具并加以鼓励，同时通过一个迷人的微型机制（电路）来对电子展开有趣的小探讨。其实只要有一个正确的方向人们就能迅速掌握，也就是说，每个人都可以立即成为一个焊接达人，武器就是电烙铁。在这里，我们将为所有技能水平的制作爱好者提供创新、实用、富有教育意义的项目。

五根电缆线，不好。

一根电缆线，才好。

五合一网络电缆线

迈克·奥斯曼

对一个网络管理员来说，没有什么事情会比缺少一根需要的电缆线更糟的。因此我就制作了一根五合一的电缆线。结果是：不再有缠结出现，也不再会为了一个丢失的连接去寻找。

准备：第34页　制作：第36页　使用：第39页

摄影：伊万·麦南希

制作五合一电缆的原因

你发现自己总是扛着好几根这样的电缆线到处走吗？你是否希望所携带的是一根而不是一堆电缆线？你会和我一样觉得烦恼并且认为五合一的想法简直是酷呆了吗？那么，我将要告诉你我是怎么样制作这个五合一网络电缆线的。

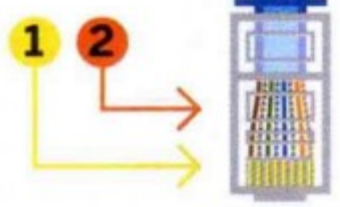
这根五合一电缆线由一根五类网线和四个简单的定制适配器组成。给我一根网线、一根交叉的网线、一根调制解调器电缆线、一根零调制解调器电缆线以及一根思科（Cisco）的配置电缆线。还有一个附加的好处就是，我总是可以通过找到一根比我包里所装的电缆线更长的网线来延长我的电缆线（一般很容易找到一根长的网线，但是却不容易找到一根长的零调制解调器电缆线）。

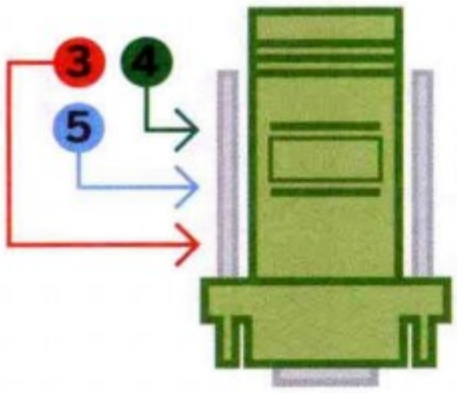
迈克·奥斯曼（ossmann.com/mike）是美国科罗拉多州的一个替代技术方面的高级网络安全工程师。

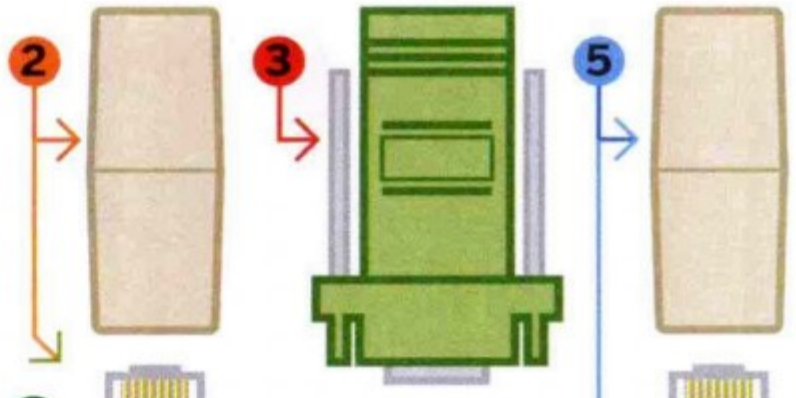


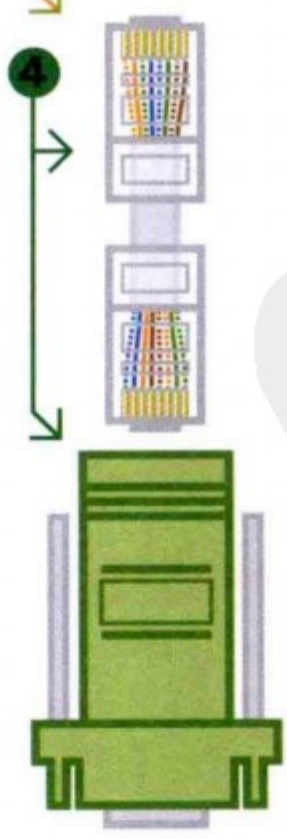
鲍勃·梅特卡夫，以太网的发明者 →













1 网线：以太网（Ethernet）是一个把相对比较近的计算机连接起来的标准的方法。现代的五类网线一般是在双绞线的电线上传送数据以降低干扰，这也导致了产生更长的电缆线和更快的数据传输速度。

2 交叉电缆线：把计算机连接到以太网上需要一个集线器或者交换机，用以把一台机器上的网线的传输线路连接到另一台机器上电缆线的接收线。只需要两台计算机就可以丢弃集线器并使用一根交叉电缆线。它的传输线和接收线会从一端交叉缠绕到另一端。

3 调制解调器电缆线：直通式的RS232系列的电缆线被称为调制解调器电缆线，因为它是被用来连接数据通信设备(DCE)和数据终端设备(DTE)的，比如可以连接一个调制解调器和一个非智能的终端或者一台计算机。DTE的设备与DCE的设备会被用不同的方式连接好，这样就可以用一根直通式的电缆线将它们连接起来。

4 零调制解调器：零调制解调器电缆线与调制解调器的关系就相当于交叉线缆与网线之间的关系。它可以使两个邻近的设备直接连续地进行通信，比如两台计算机或者两个调制解调器。

5 思科的控制台：这根线缆只能被用在某些类型的思科设备上。它是一根在一端有一个九针插头在另一端有一个RJ45插头的RS232零调制解调器电缆线。

绘图：尼克·斯库兹

准备

访问makezine.com/01/5in1cable查看源列表。



工具：

剥线钳

用于卷曲DB9大头针的针头钳。

RJ45压线钳

材料：

两根短的五类电缆线，最好是不同颜色的，大约2英寸长。你可以从现有的网线中切割得到。

4个RJ45的模块化插头。数量有剩余只是为了以防万一。

8个软针，为DB9连接器准备的。最好在手中能够多留几个针，除非你比我灵巧得多。

两个DB9软性连接器，用于RJ45软性的模块适配器，这些适配器的类型可以让你设置你自己的插脚引线。

一个RJ耦合器。这个耦合器必须有8个接触点，注意很多以太网耦合器都只有4个。

一根直通式的网线。这必须是一根有8个接触点的电缆线，而不是4个。

制作



制作你的五合一电缆线

开始>>

时间：30分钟　复杂程度：低

1. 制作世界上最短的交叉电缆线

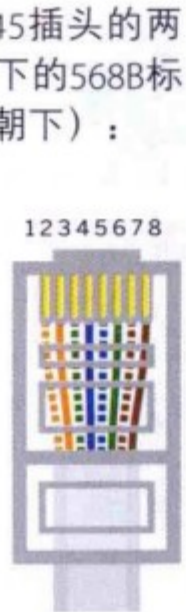


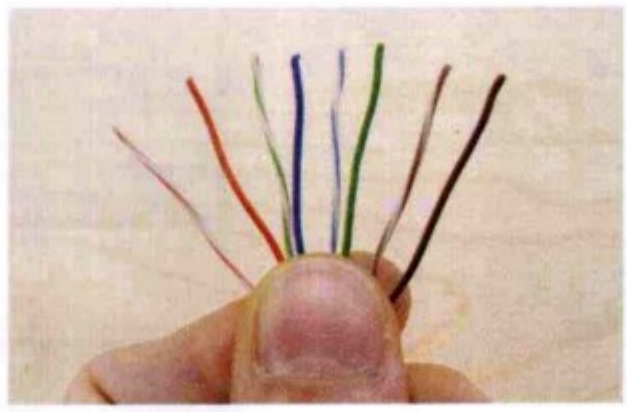
事实上，你可以把这根交叉电缆线做成你想要的任何长度，但是你做得越长，扛着它走的路就会越多。

这根电缆线除了要交叉使用以太网的那些组线还要交叉没有使用以太网的那些。这就是为什么必须得执行这个关键的步骤并且不能使用你现在可能已经拥有的标准的交叉电缆线。

1a. 卷曲其中一个RJ45插头的两端。在其中的一端按照以下的568B标准来调整这些电线（夹子朝下）：

引脚1：白色/橙色
引脚2：橙色
引脚3：白色/绿色
引脚4：蓝色
引脚5：白色/蓝色
引脚6：绿色
引脚7：白色/褐色
引脚8：褐色

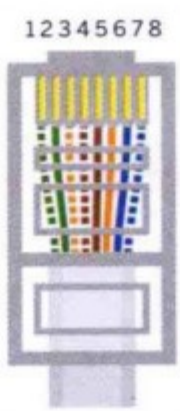


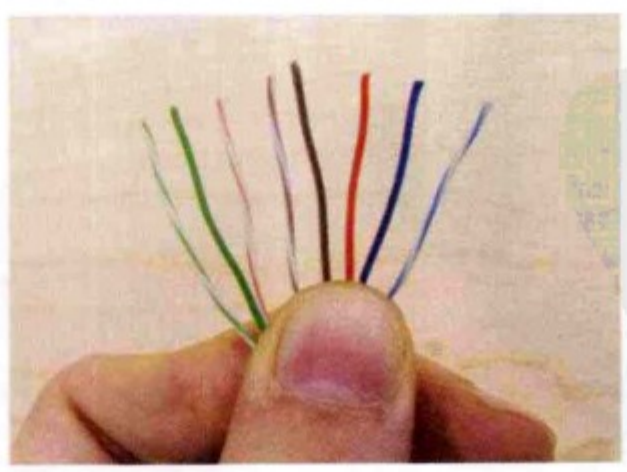


这是网线最常见的顺序，因此你可以通过剪掉一根已有电缆线的末端来获得先机，然后你只需要对另外一端进行调整。

1b. 在另一端用下面的方式来调整电线：

引脚1：白色/绿色
引脚2：绿色
引脚3：白色/橙色
引脚4：白色/褐色
引脚5：褐色
引脚6：橙色
引脚7：蓝色
引脚8：白色/蓝色





要确保每一组线都至少有一根扭曲。那么在人们嘲笑你的时候你就可以证明他们是错的。“那不是世界上最短的交叉电缆线，那只是一个适配器！”

2. 制作思科的控制台适配器



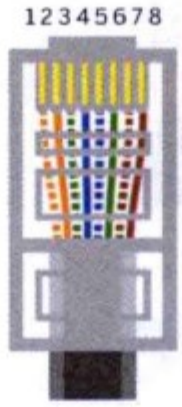
这个适配器会与在大多数思科路由器上都能找到的RJ45系列端口一起使用。它也可以在一些太阳服务器上运行。需要重点提醒的一点是，这个并不是一个对称适配器。568B的末端将会指向远离路由器的方向，而另一端则会被插入到路由器中。我用一只马克笔在其中的一端做下了记号，因此我能准确地认识这些端口。

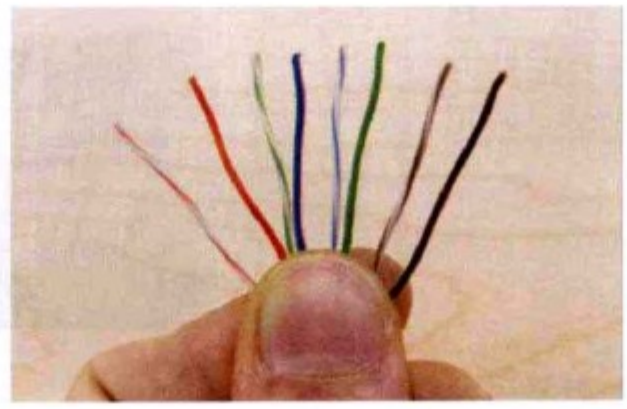
在思科的（否则非常有帮助）布线主页（cisco.com/warp/public/701/14.html）上，有能在DB9/RJ45配置口电缆上反转的远程终端系统和中心终端系统。我通过检查一根实际的思科电缆线来证实这一点。它们不会真正地注意，因为它们的控制端口并不会使用流程控制，但是用一个正确的方法来制作它可以使之能与太阳服务器之间具有互操作性，并且可能还有其他一些用途。

这个就像交叉电缆线一样，但是有一个不同的引线。

2a. 在其中一个末端仍然按照568B的标准来调整（夹子朝下）：

引脚1：白色/橙色
引脚2：橙色
引脚3：白色/绿色
引脚4：蓝色
引脚5：白色/蓝色
引脚6：绿色
引脚7：白色/褐色
引脚8：褐色

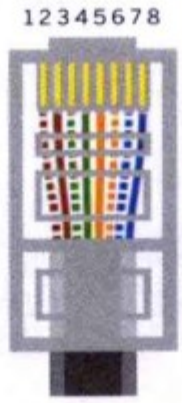


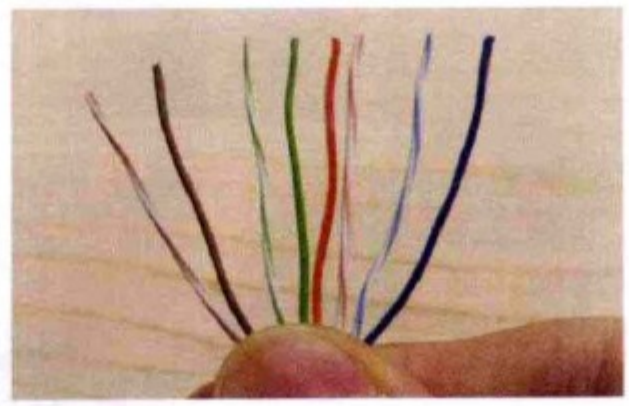


你可以在www.utm.edu/-leeb/568/568.htm上读到关于568B标准的资料。

2b. 另一端的调整方式如下：

引脚1：白色/褐色
引脚2：褐色
引脚3：白色/绿色
引脚4：绿色
引脚5：橙色
引脚6：白色/橙色
引脚7：白色/蓝色
引脚8：蓝色





因为这是一个不对称的适配器，因此只要用记号笔在适配器的一端做下标记，你就可以清楚地认识这些端口。

3. 制作两个DB9/RJ45的适配器

这是最棘手的部分。为了让你的电缆线与数量最大的串行设备之间能够兼容，你需要连接几根引脚并且分开另外一些引脚。DB9和RJ45的适配器都必须得用完全一样的方法来装上电线，不管它们是否会被用于远程终端系统的装备或是中心终端系统的装备。

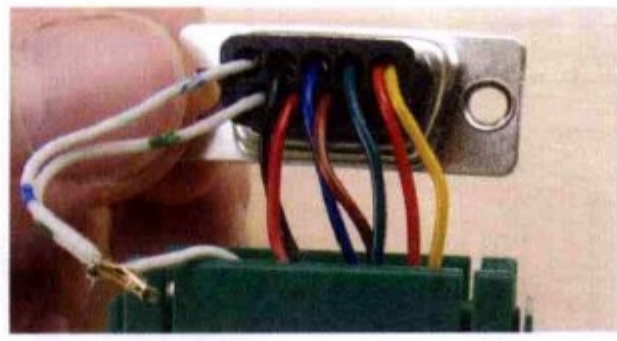


下面就是引线的分布：

DB9引脚	信号	RJ45引脚	颜色*
1	数据载波检测(DCD)	8	白色
2	接收数据(RxD)	3	黑色
3	发送数据(TxD)	1	蓝色
4	数据终端就绪(DTR)	5	绿色
5	信令网关(SG)	2和6	橙色和黄色
6	数据准备就绪(DSR)	8	白色
7	请求发送(RTS)	4	红色
8	清除发送(CTS)	7	褐色
9	R		无色

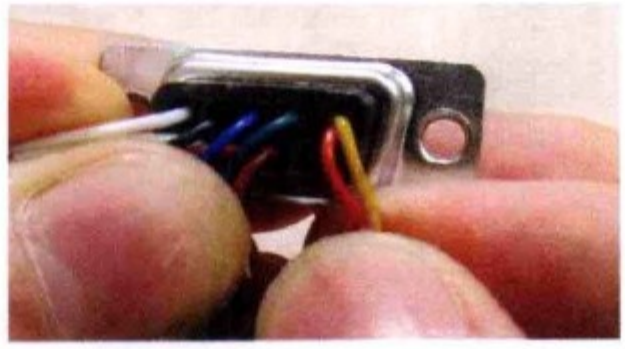
我的DB9F/RJ45F模块化适配器被粉饰成了蓝色、橙色、黑色、红色、绿色、黄色、棕色、白色（RJ45 1-8）。如果你的适配器是不一样的，就在上边的引线中忽略这些颜色。

3a. DB9的第二、三、四、七和八根引脚都很简单。只需要推动在DB9连接头后面的合适的引脚直到把它拉断了。



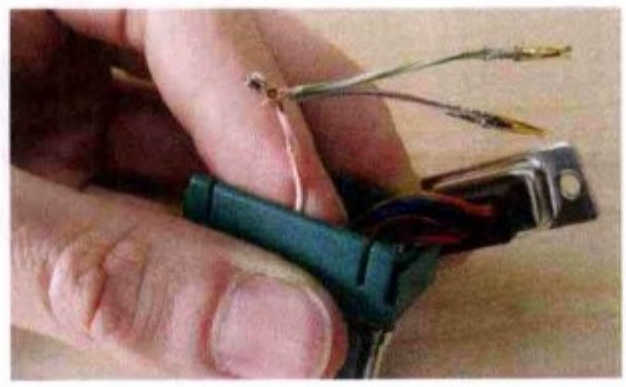
当心不要把任何一根引脚弄混淆了，因为修正错误将会有一点困难，除非你有合适的工具把这些引脚重新都取出来。引脚的提取器可以在syc.com/moleextractor.html上获得。

3b. DB9的第五根引脚需要用两根电线与之连接。把RJ45的第二和第六根引脚（在我这个上面是橙色和黄色）的电线上的引脚剪掉，把每根末端剪掉大约3mm，并且把它们卷曲到你的一个备用的引脚上。



用一根备用的引脚把这些电线卷曲在一起。

3c. RJ45的第八根引脚需要与DB9连接头上的1和6相连。剪掉这根白色电线的引脚，剥掉其末端，剪断五类电缆线大约1英寸的小段并且拔出白色电线中的两根，把这两根白色电线的末端都剥掉，再在每一根上面卷上一根引脚，并且把所有的三个松散的末端拼接起来。



你可以把一根备用引脚的末端剪掉并用它来把这三根电线卷曲到一起。你还可以使用另外两根来自五类网线的少许白色电线来安装第二个适配器。

当你已经结束了，你的网线就会被引脚按照这样的方式固定起来：

1	发送数据(TxD)	第一对
2	信令网关(SG)	第一对
3	接收数据(RxD)	第二对
4	请求发送(RTS)	第三对
5	终端就绪(DTR)	第三对
6	信令网关(SG)	第二对
7	清除发送(CTS)	第四对
8	数据准备就绪/数据载波检测	第四对

完成

现在就去试试它吧！

使用



让你的五合一电缆线投入工作

五种不同的安装

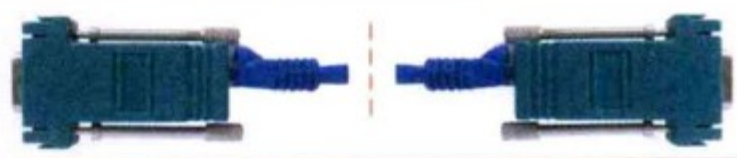
直通式的网线：
不需要适配器



交叉式的网线：
以太网+耦合器+交叉



调制解调器电缆线：
DB9/RJ45+以太网+DB9/RJ45



零调制解调器电缆线：
DB9/RJ45+以太网+耦合器+交叉+DB9/RJ45



思科的控制电缆线：
DB9/RJ45+以太网+耦合器+思科适配器



记住思科的适配器不是双向的。

需要一根不同的引线

如果你需要一根与思科那根不一样的DB9/RJ45类型的引线，你所要做的就是另外制作一个小的五类适配器。电缆线的末端到处都是而且很便宜。

假冒的流程控制

当被作为一种类型的电缆线的时候，这就是一根硬件的流程控制（清除发送/请求发送）电缆线。如果你正在使用的两个设备都需要硬件流程控制，那么它就应该可以起作用。如果你使用的两个设备都不需要硬件流程控制，它也应该可以起作用。但是，如果你使用的一个设备需要硬件流程控制而另一个不支持，那么你就需要一根电缆线来伪造流程控制。这个可以通过另外一个DB9/RJ45适配器或者另外一个CAT5适配器和一些创造性的卷边（这是我的偏爱）来制作，这两种情况就留给读者自己作为练习吧。

额外的适配器

很多额外的适配器都可以轻松地被增加到这套设备上。一些闪过脑海的可能就是其他一些类型的系列端口，比如DB25和各种各样的德国标准或者微型德国标准的端口，这些类型的端口是与苹果机和其他事物相配的。要了解这些适配器的引线信息，请访问我的网站：www.ossmann.com/5-in-1.heml。

检查你的接触点

如果你随便拿了一根以太网电缆线来与你制作的适配器一起使用，记得一定要确保这根线具有8个接触点。同时还需要牢记在心的是，就算大多数的以太网电缆线的连通性已经被测试过了，它们也只是测试了其中的4个接触点（1、2、3和6）。为了以防万一我把这些接触点用到了最重要的串行信号上（发送、接收、接地），但是有些类型的设备如果没有8个接触点同时有效的话是不会起作用的。



摄影：索耶·高迪

摄像机变身喂猫神器

詹姆斯·拉松

在废旧家庭摄像机的磁带驱动器上找到电动机装置并拆卸出来，把它连接到食品搅拌机上，然后在摄像定时器上编制好时间表，这样就能够按时给喵喵的猫食碗添饭了。

准备：第44页　制作：第45页　使用：第49页

使用摄像机来喂猫

每一台旧家庭摄像机都拥有一个可编制的定时器，定时器与电动机相连，可用来定时录制电视节目。这个过程跟周期性地喂猫有些相似。按照这种思路，就可以把摄像机转化成为一台周末用的宠物喂食机。设定好摄像机的定时器，一到喂食时间，原本用来转动摄像机磁头的电动机就开始变成一台食物配送机构。假如你计划某天中午回来的话，你还可以为不同的日子编制不同的喂食份量和次数。

当然，宠物喂食器在市场上都可以买到，不过这些喂食器很难媲美改装摄像机所具有的多用性特性（不论这想法听起来有多愚蠢）。我的喂食器原理基于螺旋钻式机械系统，这跟某些自动售货机有些相像。其使用螺旋钻将料斗中的食物推入宠物食碗中。同样，你也可以利用这种装置将食物投入鱼缸。

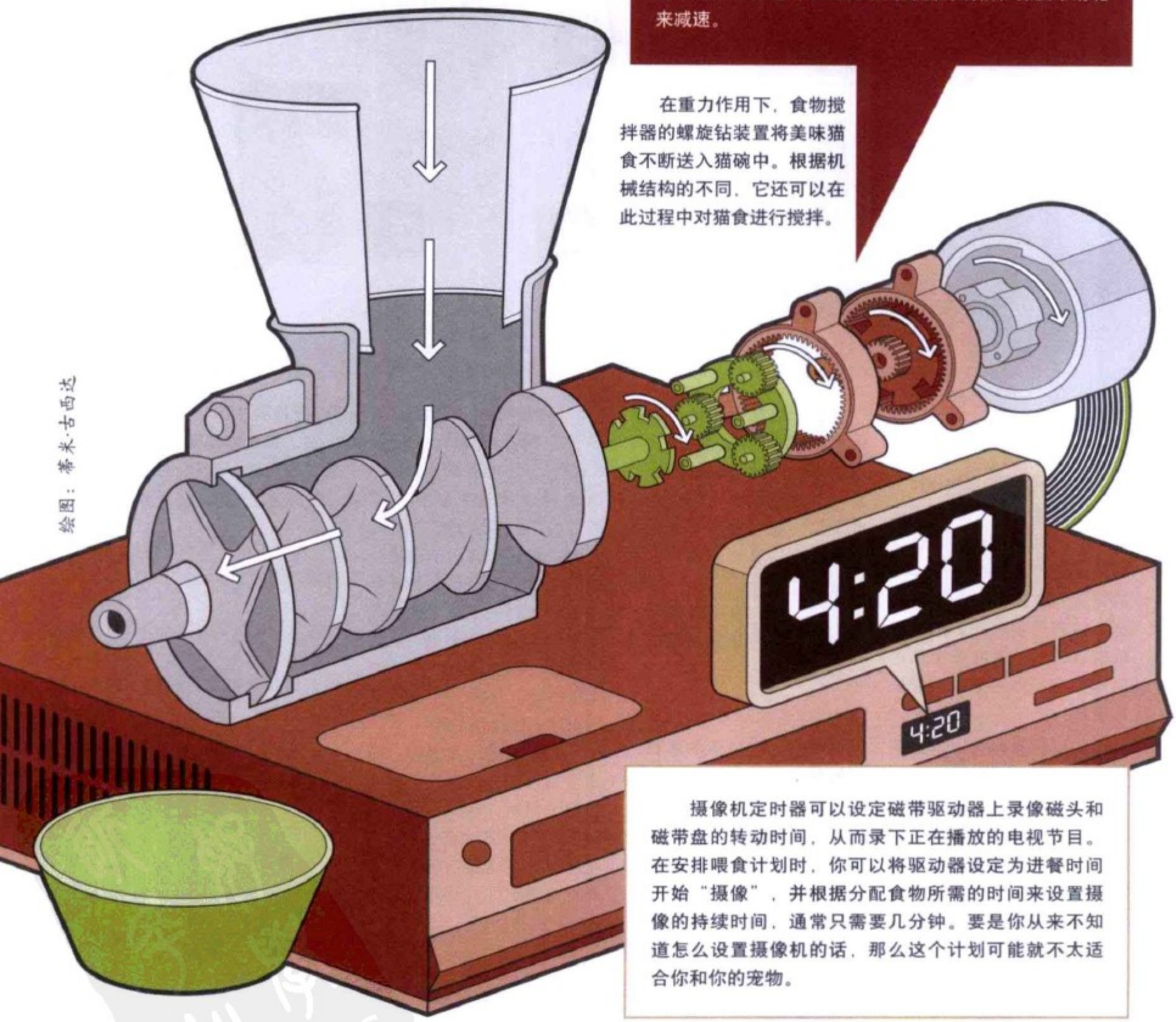
詹姆斯·拉松，英国伦敦电子工程师、信息技术历史学家。对他而言，硬件黑客兼具了工作和娱乐的性质。除了设计电子设备以外，他还讲授并传播计算机的发展历史。同时，他还定期参加科学喜剧节目的演出，这些节目利用先进科学原理来完成各种蠢事。

喂食器摄像机：工作原理简图

当小猫在几天时间里没有主人照管的时候，它们就需要一台能够定时喂食并控制食料供给量的喂食器。从旧摄像机里拆一个电动机出来，你就可以用这个定时摄像系统来按照预定计划分配每餐的食物。

齿轮箱将旋转速度较快的摄像机电动机与旋转速度较慢、电机转矩较大的旋转装置相连，并实现能量传递。旋转装置的转矩应保证能带动食物搅拌器曲柄或其他螺旋机械旋转。某些齿轮箱装置（如示图中所示）通过一系列的行星式齿轮来逐步降低转速，整个齿轮箱的总减速比就等于各个齿轮减速比的乘积。另外一些齿轮箱装置（例如传统音乐盒）只使用一个螺旋形状的蜗轮。此外，你也可以利用不同宽度的线轴和橡皮带滑轮来减速。

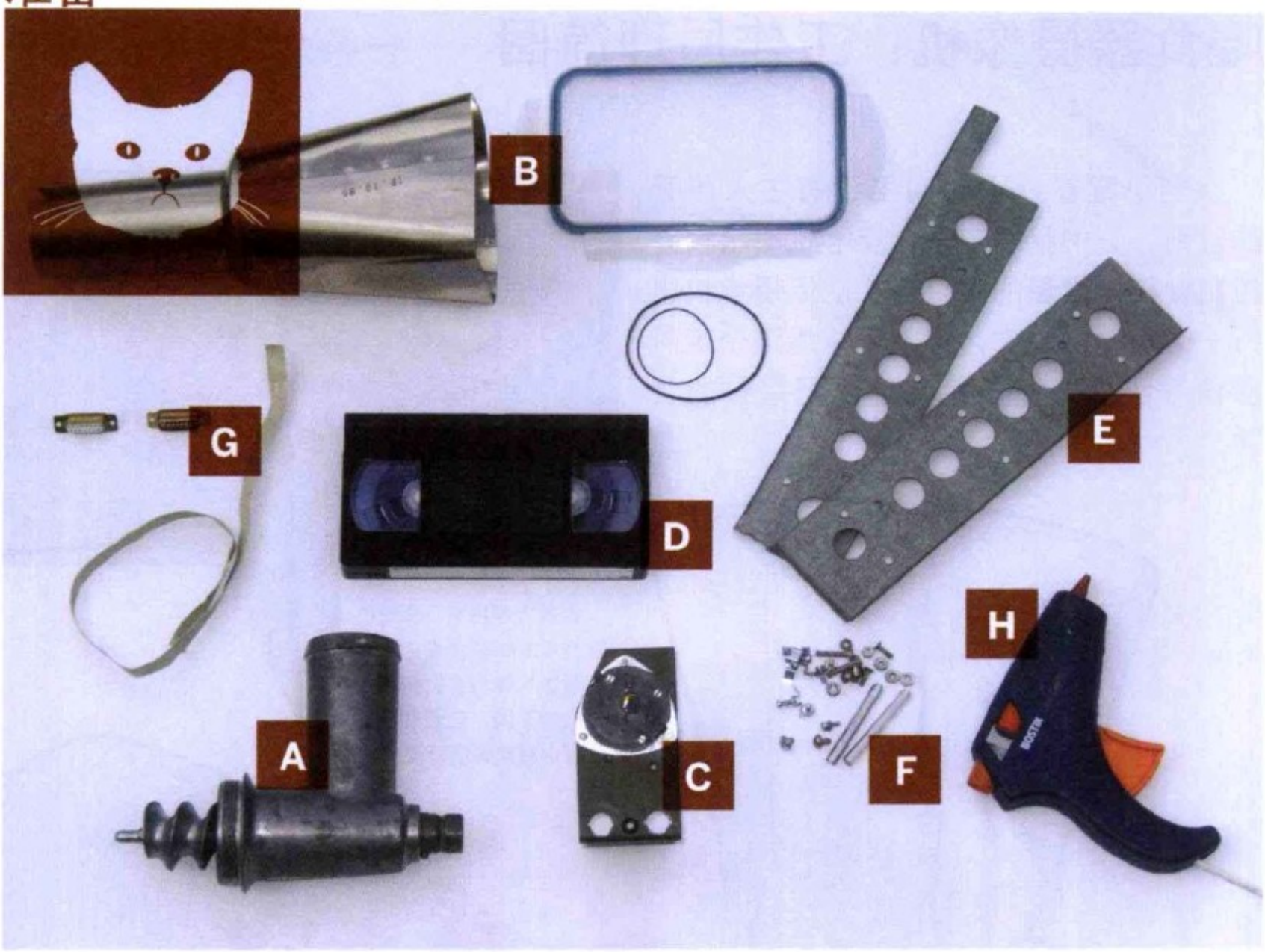
在重力作用下，食物搅拌器的螺旋钻装置将美味猫食不断送入猫碗中。根据机械结构的不同，它还可以在此过程中对猫食进行搅拌。



绘图：蒂米·古西达

摄像机定时器可以设定磁带驱动器上录像磁头和磁带盘的转动时间，从而录下正在播放的电视节目。在安排喂食计划时，你可以将驱动器设定为进餐时间开始“摄像”，并根据分配食物所需的时间来设置摄像的持续时间，通常只需要几分钟。要是你从来不知道怎么设置摄像机的话，那么这个计划可能就不太适合你和你的宠物。

准备



喂猫器组装

一台还能使用的摄像机。测试一下摄像机，确保定时器和磁带传送装置能正常运转，即使不能产生清晰完好的图像也不要紧。摄像机应当能够在设定时间开始时带动装置工作，并在整个设定周期内带动磁带运转，最后停下来。

如果你有多台可用的摄像机，那就选一台能够在前面板上完成所有设定工作的摄像机。假如你需要通过遥控器或者是屏幕菜单来操作的话，这项工作会变得非常麻烦。

[A] **螺旋钻系统。**我把一台废旧绞肉机里的螺旋钻结构卸下来，并把上面的刀片拆掉。

这一结构用来将容器内的食物推入碗中。确保它可以用来操作你将喂给宠物的食物。在挑选螺旋钻时还应考虑到，肌肠辘辘的宠物看到运转中的螺旋钻机构，可能会想要啃一下、扒一下或舔一下。如果是这样的话，你还应保证它不会造成任何伤害。

[B]**与螺旋钻结构相连的外壳。**我把一个电子示波管的磁屏蔽壳改装成了一个金属漏斗。

跟螺旋钻结构一样，你也应当保证它不会危及宠物，也要禁得住宠物折腾。如果你的猫咪喜欢跳到漏斗里去或者去撞翻它的话，这个装置就不够用了。为此，我给我家的容器加了一个塑料盖，防止猫咪窜进去。

[C] **小型齿轮箱（或滑轮组）一个。**用于将摄像机磁头1 800r/min的标准转速降低到适合驱动螺旋钻结构的转速。为了获得合适的转速和转矩，齿轮箱常用的减速比是600：1。我使用的齿轮箱来自一台已经淘汰了的凸轮定序器。当然，你也可以去一些零售店里买到，比如日本的田宫（Tamiya）模型店就出售不错的齿轮箱。

齿轮箱的“高速侧”应当与直径约1/2cm的轴杆相匹配。同时，齿轮箱的“低速侧”应保证与螺旋钻紧密相连，并且朝着正确的方向旋转（请记住，高速侧应当朝逆时针旋转）。

[D] **废旧录像带一卷。**确保“允许摄像”标签完好。

[E] **连接器件若干。**用于将螺旋钻、齿轮箱和摄像机磁头组装在一起。我使用的是金属制的卡片机架。

[F] **绝缘胶带、螺母、螺栓、螺钉、强力脱等。**

[G] **你可能还需要多路接线盒和一些连接电线。**这取决于你的摄像机内部结构和你的设计安排。

工具

[H] **热黏合剂**

螺丝刀

焊接设备

临时创作能力

摄影：詹姆斯·拉斯

制作



喂猫器制作

开始制作 >>

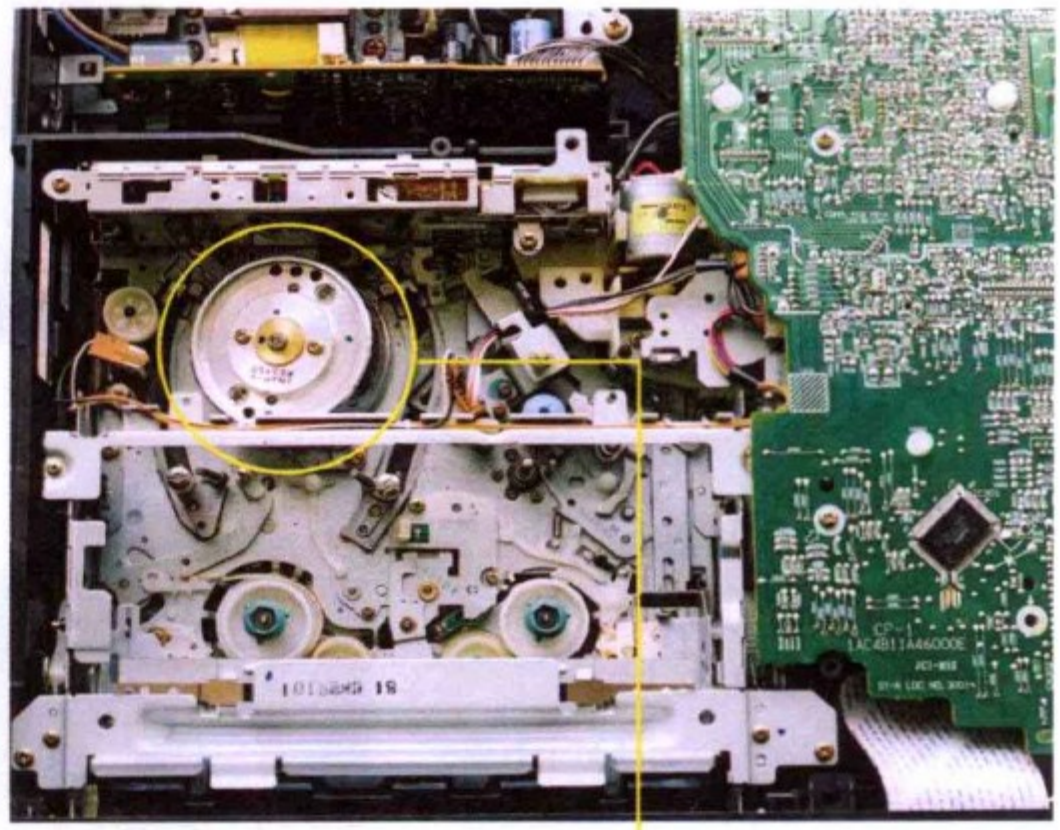
时间：一个周末　　**难易程序：中到高**

1. 拔下摄像机电源插头并拆开摄像机

完成这项工作，你可能只要一把飞利浦螺丝刀就够了。警告：所有110V交流电供电设备都有这样的问题，一旦你拆开摄像机的外壳，你就将面临严重到可能致命的触电威胁。一般来说，危险区域往往存在于电源供应器或与之相连的开关、电缆和连接器等处。本文只涉及摄像机的低电压安全区。不过，了解“什么地方不能碰”也是至关重要的。在某些实验中，你需要在外壳打开的情况接通摄像机电源，这时候你就要特别注意了。在供电区域上方覆盖一层绝缘屏蔽物（如塑料薄膜）就是一种不错的做法。只有在具备一定的电工知识和风险意识的情况下，你才可以动手改装摄像机。

2. 找出录像磁头鼓

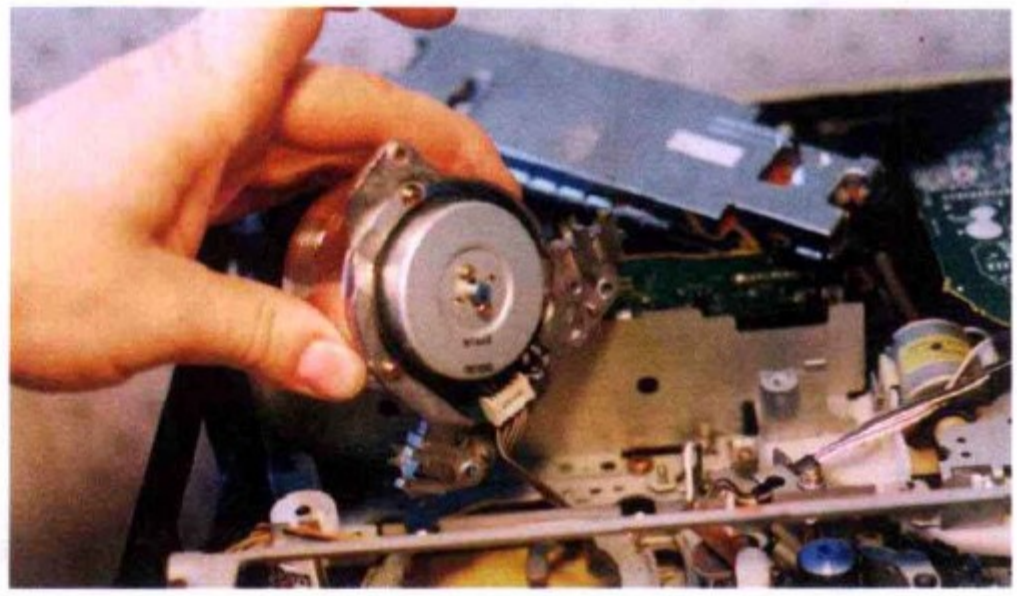
找到驱动录像磁头鼓的电动机。从摄像机内的其他机械系统来看，这个电动机是独立工作的，因此你可以把这个电动机直接拆卸下来，而不会影响摄像机的控制系统。摄像机内部有多个由定时器控制的电动机可供使用，但是一些电动机通常与传感器或其他非独立系统相连，缺少或者误用了这些电动机可能会导致摄像机无法正常工作。因此，我选用的是录像磁头上的电动机。



录像磁头鼓

3. 拆下录像磁头鼓装置

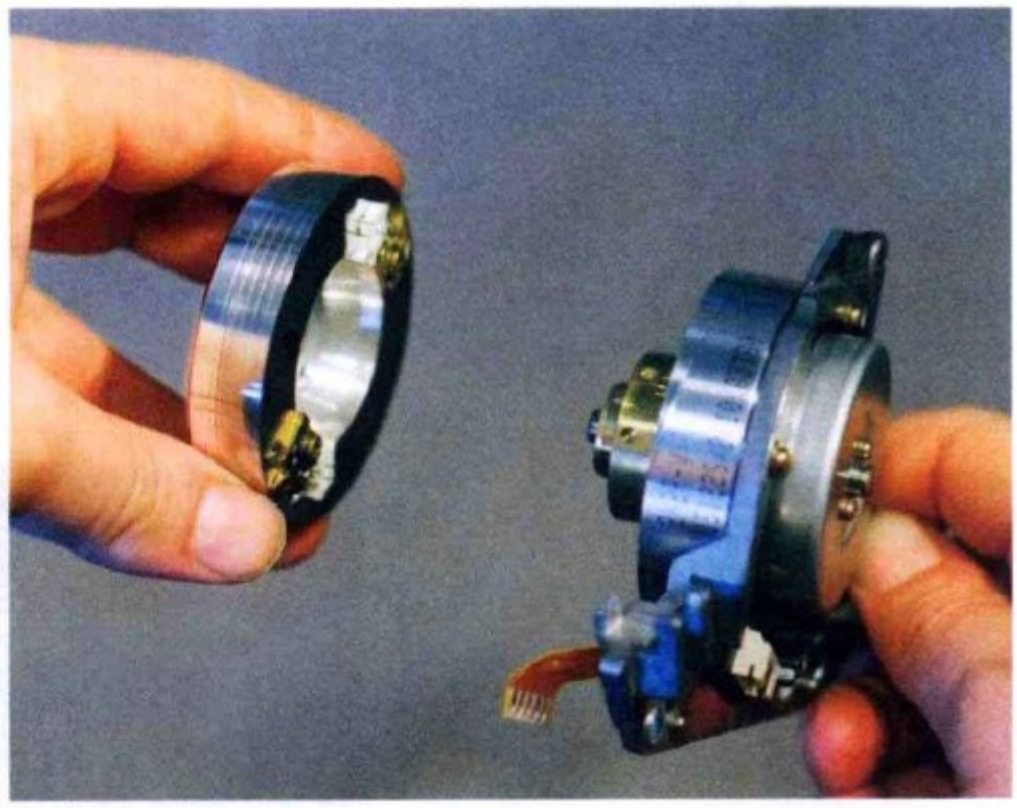
卸下录像磁头鼓装置的紧固螺丝，但是不要剪断与磁头鼓相连的电线。这样，你就可以把录像磁头电动机从摄像机内部取出来，并通过齿轮箱来驱动螺旋钻。



4. 将电动机与磁头鼓分离

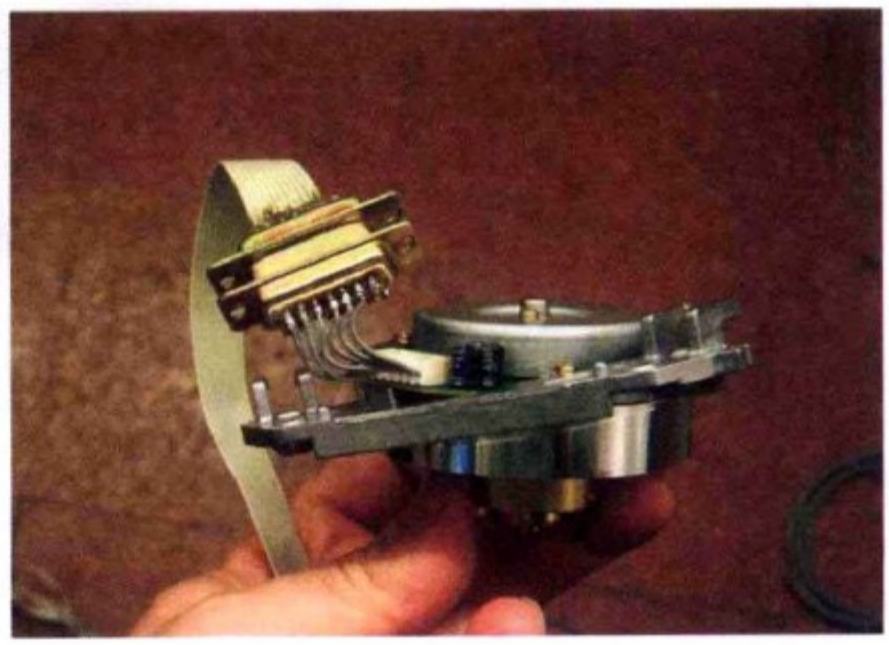
为了减轻电动机的负载，可将视频磁头鼓拆卸下来。磁头鼓通常使用螺丝固定在电动机的顶部。在拆除的时候，你可能还需要拆开磁头鼓的焊接点。

录像磁头电动机配件由驱动系统、反馈系统等组成，因而需要很多电线连接。新款模型的集成印制电路板上装有小型控制器，但是即使是这种新型系统，摄像机的其他部分仍然连着无数的电线。因为你所关心的只有电动机，所以只要你确定哪部分电线不需要，你就可以把它们剪掉。这些电线通常是靠近磁头装置顶部的连接电缆，就在距离电动机连接点很近的地方。



5. 加长电动机电线

你需要将电动机从摄像机内取出，放在某处，并用来驱动齿轮箱，进而带动螺旋钻。为此，你可能需要拼接更长的电线，来保证电动机的供给。假如遇到这种情况，你应该保证接合电线长度尽可能短。我的做法是，将电动机、齿轮箱、螺旋钻、猫食组成的整个装置直接放在旧摄像机的上方。这样做也有利于焊上多路连接器，你就可以方便地把喂食器装置和摄像机分离开来。拔去电源，易于清理。



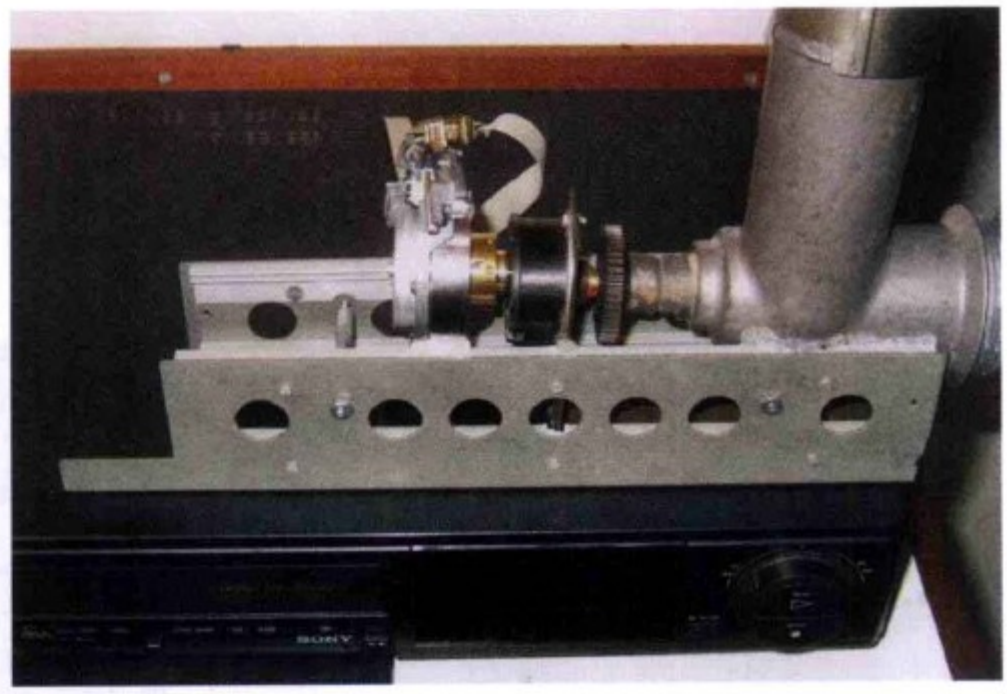
6. 组装喂食器

将齿轮箱的“高速侧”与电动机相连。具体操作跟你选择的齿轮箱以及摄像机电动机的可用轴杆长度有关。以我的喂食器为例：首先，我切去了齿轮箱原先的钝齿，套在电动机上，确保它位于正中央，并使用强力胶来简单固定在电动机上。类似地，我将齿轮箱的“低速侧”与绞肉机的螺旋杆（或其他螺旋钻装置）相连。这两个机件的连接，我使用了旧割草机上的凸榫和更多的强力胶。最后，把电动机、齿轮箱、螺旋钻装置放在你认为合适的承托位置。这里，我既用了螺钉，也用了强力胶，从而确保它牢牢固定在金属结构上。

7. 调试

首先，确保每个部件均已调整完好，齿轮箱两侧的联轴器都能够平稳运转。接通摄像机电源，插入废弃录像带，按下“录像”键。按照设想，录像磁头电动机将会旋转，并驱动螺旋钻旋转。如果是这样的话，很幸运，你的喂食器就可以开转了。不过还要注意，每次使用前要保证录像带倒回到充分的位置。否则，带子一旦转到尽头，你的宠物就会挨饿了。

假如电动机在带动负载的时候运转得有些慢，这并没有关系。但是，假如电动机完全动不了，那么摄像机的微控制器系统会检测到这一点，并且关闭系统，可能就需要你把摄像机关机再重新启动一下。如果你一直遇到过载的问题，那么你可能需要更换一个减速比更大的齿轮箱。或者，你也可以试一下摄像机里的其他电机。如果你要换用其他电机，你需要考虑电动机的原始功能，并且重新组装与它相连的传感器。具体做法将在下面讨论。



摄像机与废物利用

摄像机已有40年左右的历史了。在这段时间里，摄像机从起初里面满是电动机、皮带、集成电路的手提箱大小的机器，变成了一个看似内部空无一物的小盒子。当你拆开摄像机外壳时，你所看到的东西所体现的与其说是它的品牌和型号，倒不如说是它的年代。一般来说，老的机型更适合改装。这些老机器的设计不那么集成化，只有少部分系统集成在芯片里，而其他更多的部件可用来更换和改装。

你用到这些报废机器，可能只是想利用其中的一些独立元件，但是如果利用整个可用的工作机件来完成一些新功能，这可能会更加有趣。假如你想自己利用这些元件来制造一台宠物喂食器，那么你必须先组装出电源供应器、定时系统以及机械控制系统。但在摄像机里，这些子系统不仅都是现成的，而且已经能够配合工作。当然，你也可以把定时器从旧摄像机里拆下来，用来触发其他电子元件。不过，既然它已经连在磁带传送装置和读磁头电动机上了，那么何不直接利用机器原有的结构呢？这种废物高效利用的方法省去了麻烦，也减少了所需购买的新元件的数量，还给这一方案附加了废物利用的技术价值。

需要注意的是，像这样的废物利用方案比一般的制造方案需要更多的即兴创作思路，这是因为你所用到的老摄像机模型很可能跟我的不一样。你必须根据自己的现有物品，找到适合自己的方式。而在某些地方，我不可能手把手地教你怎样做，只能告诉你基本原则、理论、例子以及应该注意的陷阱。废物利用技术很难做出优秀的工程杰作，也很难表现出最佳性能。但是，这个过程既好玩又有趣，也很省钱，而且它也真的很有用。

8. 必要时设法蒙过传感器

有时候，你的喂猫器可能因为传感器检测到了异常情况而不能正常工作。又或者，你可能会希望能够连续不断地操作，不需要把录像带倒来倒去。下面的小技巧或许能够帮助你达成所愿。详细解释和其他方法请参见第49页。

步骤一：拆开废弃的录像带，卸下磁带轮，并重新装好。用不透明的胶带把两侧的涉孔遮住，再将磁带轮放入摄像机。如果你的摄像机可以接受这个空壳磁带，并且还能够继续“录像”而不会停止的话，那么可以说，你的传感器也实在太好骗了！

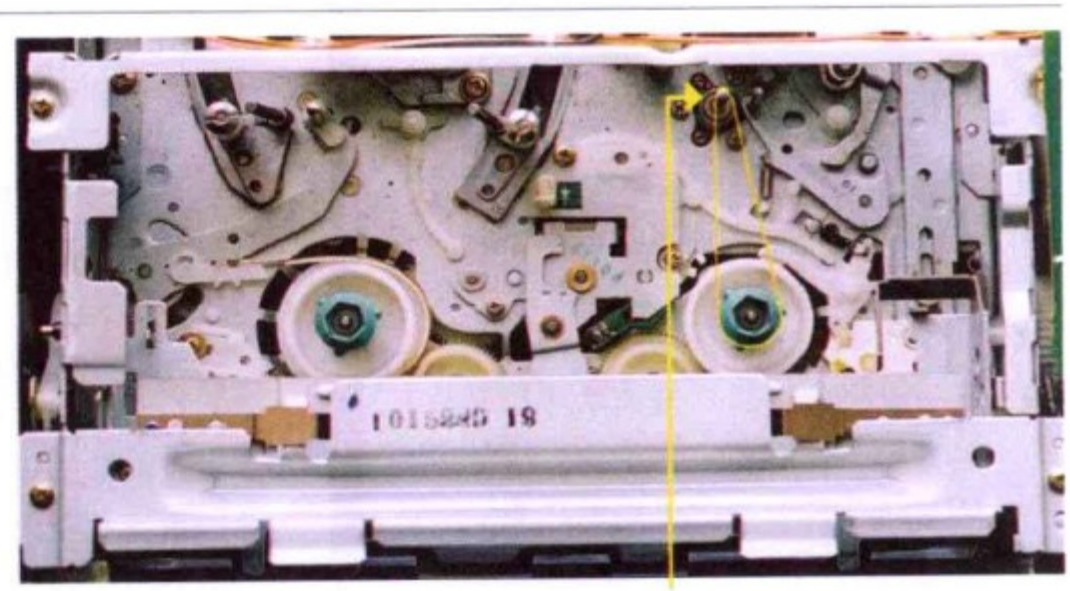


步骤二：将废弃录像带倒回一部分。卸下螺丝，用胶带重新装好。然后放入摄像机，看看摄像机能否很好地读出来。如果可以的话，那就取出录像带，拆开顶部的一半，卸去磁带轮。

如果摄像机不允许的话，将录像带两侧的窗盖移去，以便让你的手指伸进去。

将一根橡皮筋套在右侧的主轴和转轮上。按下“摄像”键，看看发生什么情况。如果一切正常，主轴将会以正常的速度运转，摄像机也能够继续“摄像”。如果不可以的话，就在左侧的主轴和转轮上也套一根橡皮筋。

这个步骤十分需要技巧，你根本不会想再做一次。另外，你的摄像机可能需要一直接通电源（这样它才会记得要一直读取录像带）。因此，也许你会希望在做完宠物喂食器的其他所有琐事之后，最后再来完成这个步骤。



主轴

将右侧的转轮与主轴相连。在读取磁带过程中，它们将一同旋转。

完成

现在就去试试它吧！

使用



喂猫器的使用

故障检修

一台摄像机经过改装后，常常会面临一些障碍。以下是普遍存在的问题来源及其解决办法。

反改装电路装置：许多摄像机的子系统结构分布十分精细，其中的微控制器能够检测到任何电路的缺失。不要切断或移走任何电路板和其他系统，即使这些东西看起来毫无用处。

微弱信号：如果信号过于微弱，有些摄像机会自动停止录制节目。为了避免你的宠物喂食器靠近电视机天线，你可以把摄像机设定成通过（不存在的）摄像头或其他外部资源来录制。

多种光学传感器：这些传感器能够感知周围环境光线的变化。当带仓打开或者没有检测到录像带的时候，传感器还会触发摄像机进入异常状态。你可能需要让喂食器工作在暗光环境下，也可以把这些讨厌的传感器遮住。

读带传感器：这些传感器用来检测带仓内是否有录像带，并通常跟读带和出仓机构相连接。最简单的解决办法就是放入一卷录像带或者改装带仓。

带尾传感器：这些传感器通过光来检测磁带的首尾位置。用不透明的胶带盖住位于录像带侧面的传感器，也可以直接把录像带上的相应位置遮住。

录像标签传感器：这个传感器用来检测录像带上的“允许录像”标签是否完好。它通常是一小块叶片开关。用胶带将开关黏在“压入”位置，也可以根据实际情况把开关的接触器固定连接或者破坏掉。

主轴运动传感器：这些传感器用来检测录像带的转速是否正常，一旦磁带卷带或者破损就会产生停止信号。右侧的主轴通常都会有这样的传感器，但是左侧的就不一定了。其中一种变通方案，就是在主轴和转轮上套一根橡皮筋构成滑轮。

状态开关：一般来说，这个开关在外观上像是一个电气连接的齿轮，它可以告知摄像机微控制器当前的设备状态（播放、快进、倒带等）。与前面的读带传感器和主轴运动传感器类似，开关的种类也因摄像机型号的不同而不同，很难给出确切的解决方案。不同型号的摄像机在系统设计上存在巨大差异，在容错能力上也大相径庭。你只需要在电子电路和机械结构上多动手试试，就能解决这些问题了。

假如以上这些都不考滤，那么先在摄像机里放一卷普通的录像带，用手指转动录像带主轴来模拟读带过程，再重新研究一下此时的运行情况。你需要观察摄像机的运行，辨认各个机械结构所处的位置，判断哪个内部开关、传感器或者光学系统正在使用。我喜欢把这个过程当成是解谜，它可以逐渐让你熟悉摄像机的工作机理。而一旦喂食器制作成功，你的宠物会很期待过上几天全自动的快乐生活。

喂食器操作

你可以在摄像机的定时摄像系统上设定好喂食时间表，不过在此之前，你还需要计算出每次“摄像”过程的持续时间。将食物放进漏斗后，启动摄像机进入“摄像”状态，然后测定出每次分配食物所需要的时间。这就是你要设定的时间。我用的是绞肉机螺旋钻，填满猫碗只需要2分钟。

玩具手枪
启动闹钟

罗杰



摄影：罗杰

射击时刻

通过一些倾斜开关制作一把轻型玩具手枪，控制一台经典的无线电计时器。在闹铃提醒你之后，你可以抓起这把枪，然后把闹铃射击关闭。难道这不是你一直梦想拥有的吗？

闹钟是许多人讨厌的东西，而且它们往往没有什么特点用户界面又简单，设计者也会忽略对它进行创新。而本文介绍的这项工程为闹钟增加了一项新功能，让昏昏欲睡的脑袋享受与人性机器的互动。别担心，我们不会把你的闹钟连接到MP3播放器上并且播放柔和的新时代之音。我们将用一把枪将闹铃射击关闭。醒来的时间现在就成了回报你的时间。

这个项目基于一个闹钟，还有一架轻型玩具枪；这两样东西都有很多种便宜的二手货可供选择，也有许多外形美观设计精巧的型号。为了保证我们的“射击”顺利，我们为这架枪配置了5个倾斜的传感器，安置在环形板不同的角度上。一条导线将枪的倾斜开关和扳机信号传到闹钟上，根据闹钟时间引发信号器并且使控制按钮触头发出警报。

准备： 第53页 **制作：** 第54页 **使用：** 第59页

罗杰在英国伦敦生活工作，他是一个互动设计师。他对人们如何理解技术和技术如何理解人类感兴趣。在http://selfmadeobjects.net可浏览更多关于他的工作的内容。

实现“枪支”控制

我们的控制电路通过使用倾斜开关来发现“枪支”的位置。

倾斜开关包含了一个能在小型胶囊里滚动的金属球或者是能导电的液体（例如水银）。当这个倾斜开关的接触点向下时，导体连接到接触点并且关掉开关。切换开关使接触点向上，那么导体就从接触点落下，就打开了连接。

倾斜开关被安排放在枪管的水平垂直线上，从而在枪瞄准前方（它的“滚动”是航空导航用的）时能发现枪柄的旋转情况。这支枪不需要对准计时器来工作（但是要是使用这个方式会更令人满意）。



倾斜开关：一个滚动的金属球（或是水银）打开或切断连接。

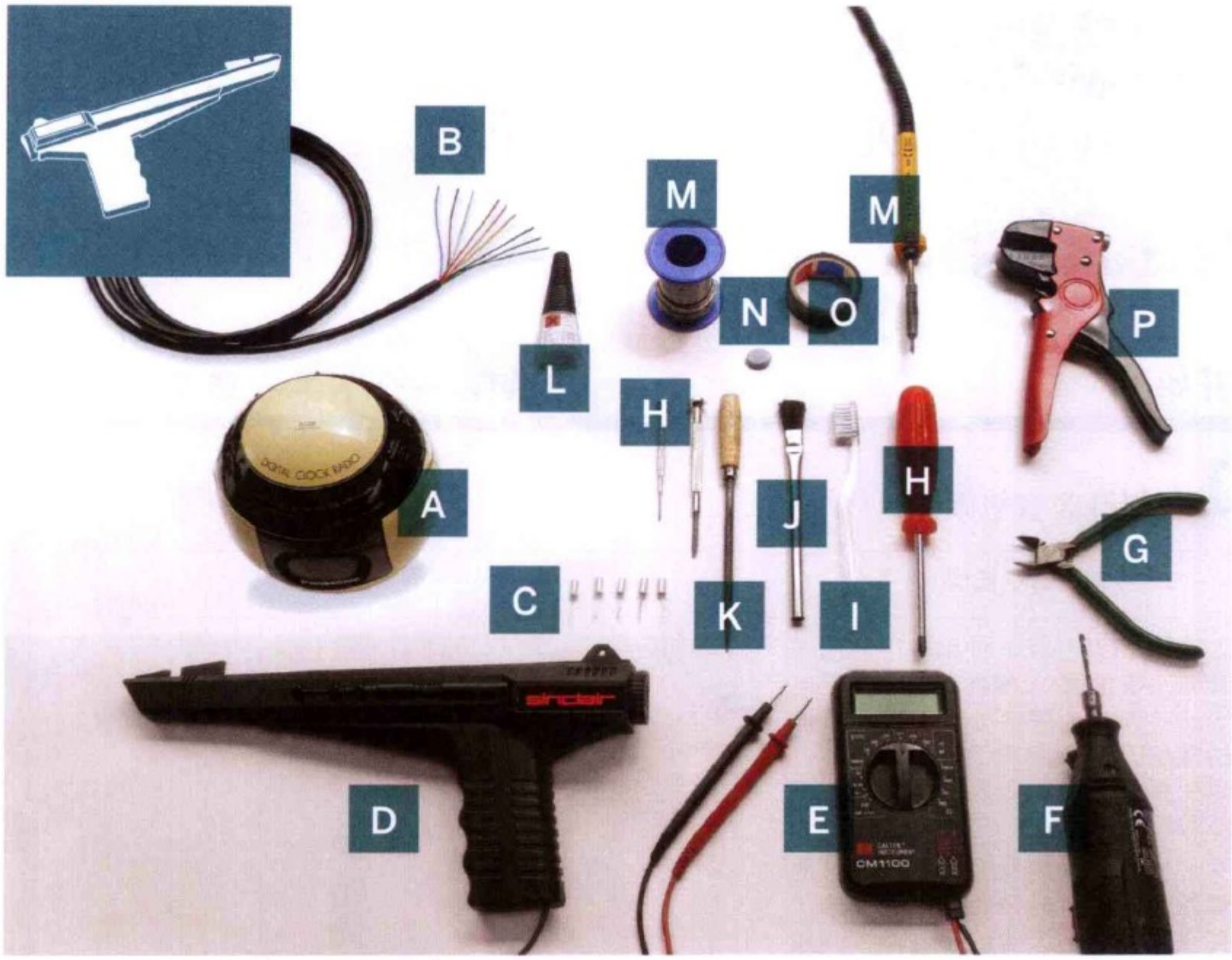
倾斜开关用电线安装进闹钟，来改装3个按钮：警报、小时、分钟（我们忽略了休眠按钮）。枪支不同角度地倾斜来控制接通倾斜开关，从而连接各个接触点。推动扳机关闭一个共同的连接，按下按钮时（或者是按钮之间的联合）完成连接。



警告：当警报计时器插上电源的时候不要启用它，你会冒严重甚至毁灭性的电击的危险。

绘图：尼克·舒尔茨

准备



设备

[A]收音机闹钟。几乎所有这些都以相同的方式运作且生效。如果你要用旧的，不要选年代太久远的：以15年为限。确保所有的按键、警报器、屏幕都运作正常。检查是否有裂缝的情况，并且检查底部，看看有多少的塑料颜色已泛黄或褪色。最后，试试收音机的音量播放，以确保它听起来不像飞蛋。我选择球状的松下RC-70。

[B]多路至少4导线，电缆约5英尺长。我使用了一种较贵的“树把头”（SCART）电缆线，它有9种色码；将金属线用金属制迈拉层（聚酯薄膜层）裹起来，再把它们包裹进一个总直径为6mm的墨色PVC护套中。这种高品质的选择你可以在音响店找到并且它将给你提供一个很好的电缆曲率。

[C]小倾斜开关。为了环保，我推荐非水银开关。这些开关每个只花1美元，这些可以从电子供应商像派睿（farnell.com）、纽沃克电子有限公司(newwark.com)、威比特电子(rapidonline.com)和欧时电子(rswww.com)等地买到。对于只有一根导线的情况，它会以其他接触器的方式工作。

[D]光枪。许多二手的可用。我尤其喜欢Nintendo Zapper、SEGA公司的光枪，我选择的Atari G1、Konami Justifier和Sinclair Magnum，确保有足够的内部控制的空间，以适应我们要建设的线路。小的穿孔薄板，可从电子供应商那儿买到。

工具

[E]万用表

[F]工具表和通信建筑综合定时供给系统

[G]侧面刃铣刀、侧置式切割器

[H]螺丝刀

[I]牙刷

[J]美工画笔

[K]圆的金属锉刀，厚度不超过5mm。

[L]强力胶

[M]焊接设备

[N]海报腻子

[O]电子磁带

[P]剥皮钳

[图片上未显示的]

喷涂塑料抛光剂，用于擦亮汽车仪表盘，效果上佳。

家用肥皂

棉布

制作



制作你的玩具手枪闹钟

开始

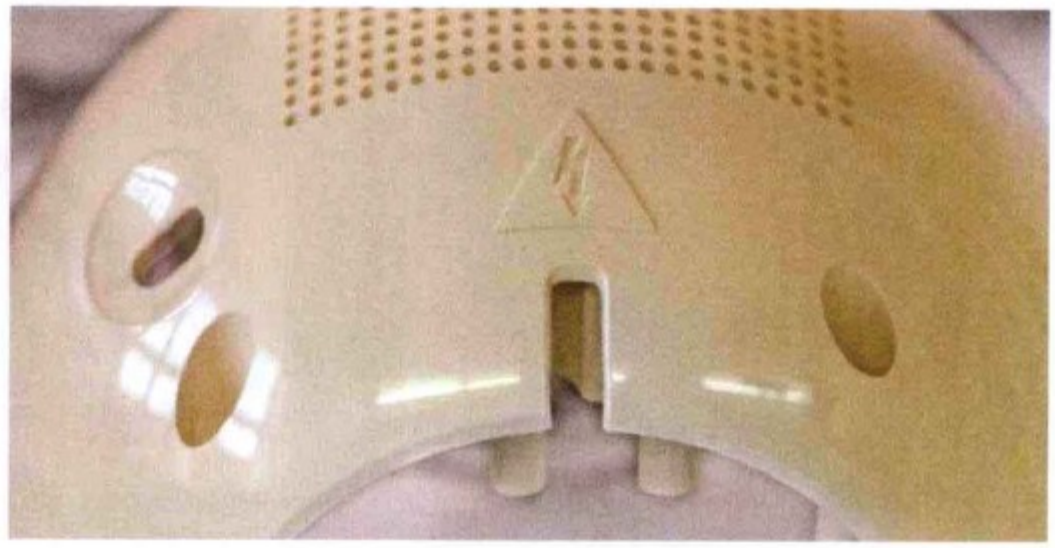
时间：一个下午　复杂度：中等

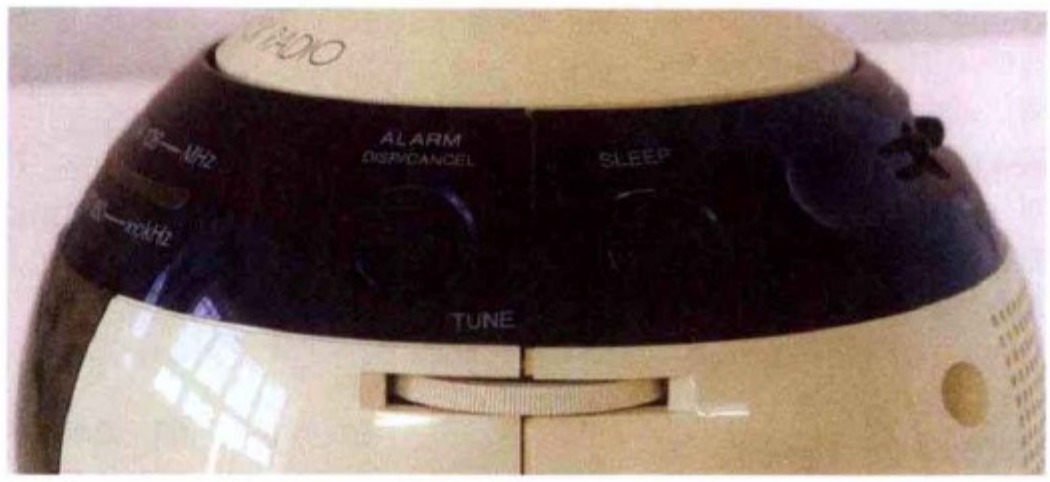
1. 打开收音机闹钟

1a.拔下收音机闹钟。

1b.打开外壳。仔细拧下隐藏在背面凹槽里的4个螺丝钉，然后把电子元件与塑料零件分开。选用合适的螺丝刀，紧紧按下，慢慢转动，以免损坏塑料，令人惊叹的设计细节和质量！

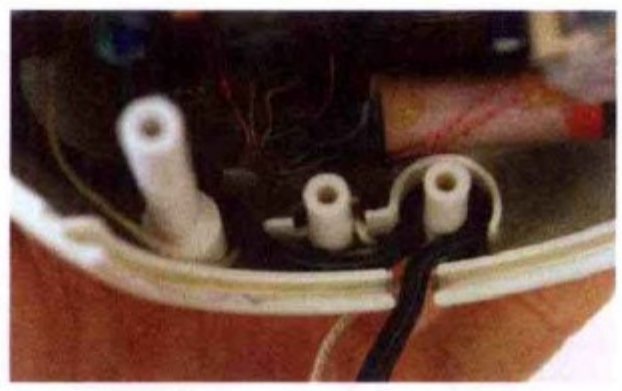
制作精良的外壳，设计巧妙的螺丝洞，凸起的精美的电源标志。甚至还有模仿人脸的控制面板。如今，像这样充满设计感的闹钟是很少见的。





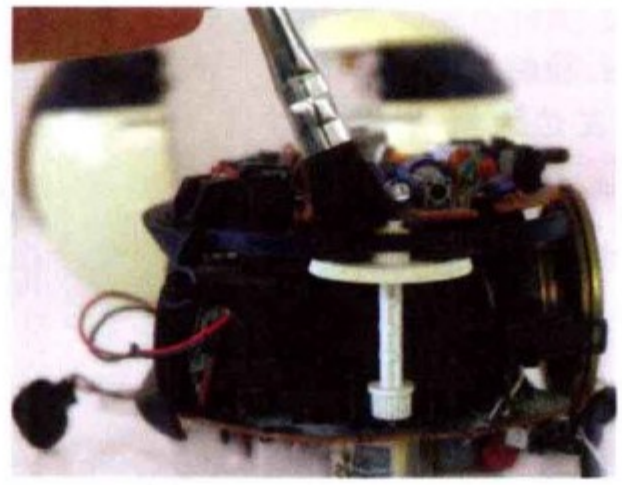
1c.解开电线，把电子元件和塑料外壳分开来。

记清楚你是如何拆卸这个电子模块以及解开电线的，以便过后重新组装。

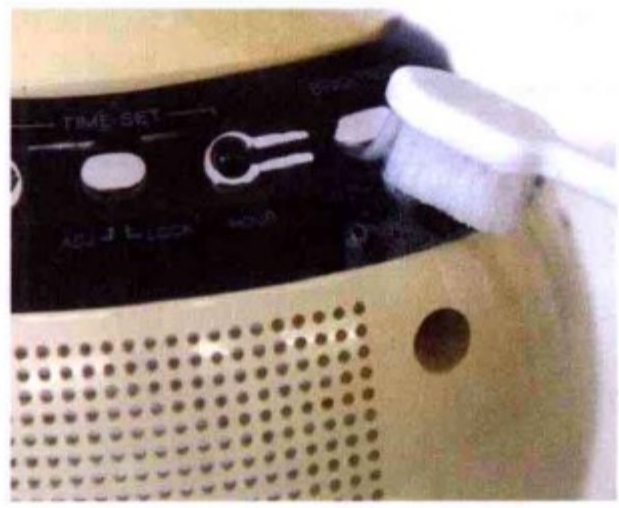


2. 清洗和擦亮闹钟

2a.使用小刷子清理掉堆积在机器零件上的灰尘。



2b.使用牙刷和厨房用的肥皂清理塑料壳表面，牙刷的毛不会伤害或刮伤表面。注意清理到每个角落，然后等它晾干。



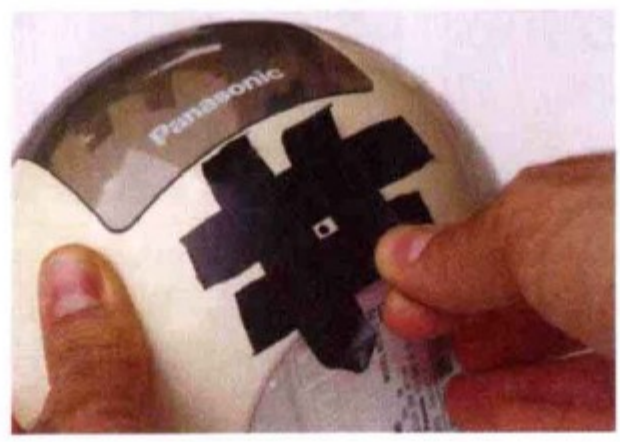
注意：等到晾干后，按照瓶子上的说明书喷上光泽剂。

喷上去几分钟后，用干净的棉布将表面上的光泽剂擦干。

你将会惊喜地看到你的闹钟变得焕然一新，并且会使它的使用寿命变长。

3. 打洞

3a.在半边塑料壳的前面，测量并且标志一个要打到接近底部及在显示器下面靠近中心位置的洞。将黑色的胶布带贴在洞的四周，以免打洞的时候不小心划到盖子上别的地方。

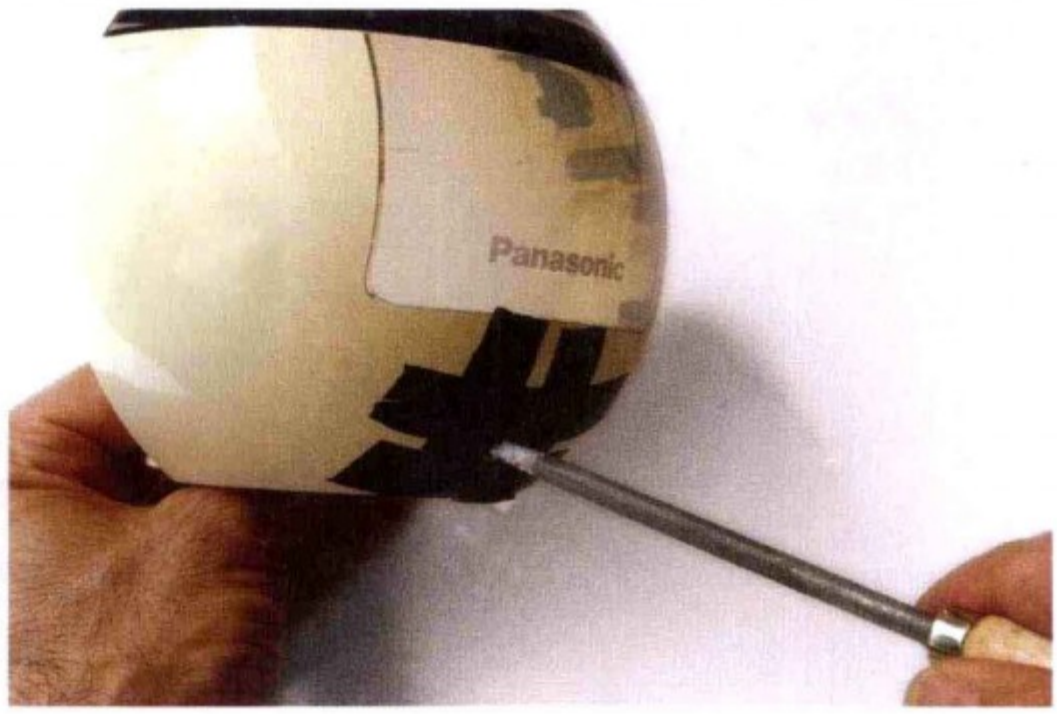


3b.找到一个比你的多芯导线细小一点的钻头，然后开始打洞。



注意：这是最危险的部分：打通闹钟壳子，穿过导线（有些优质的导线是不能这么做的）。

3c.用圆的锉刀使这个洞变宽，缓缓地持续将洞挖大直到缆绳能够正好穿过这个洞，这个洞不能比缆绳的直径大。



3d.在塑料框架上从左边大概1英寸的地方挖第二个洞，再从放置电池盒的内墙返回（见右下的图片）。缆绳从第一个洞进入，再向左穿入遮住的洞中。缆绳沿着钟的背面绕好。

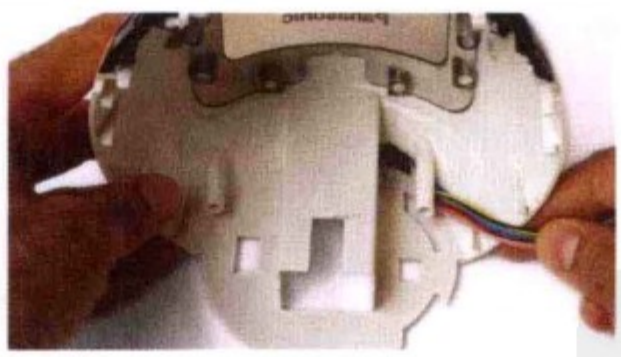
4. 插缆绳

4a.将缆绳两头的大约16英寸长的包覆材料剥去，将内部有颜色的金属丝展露出来。将缆绳的一头从刚挖好的洞中穿出来。

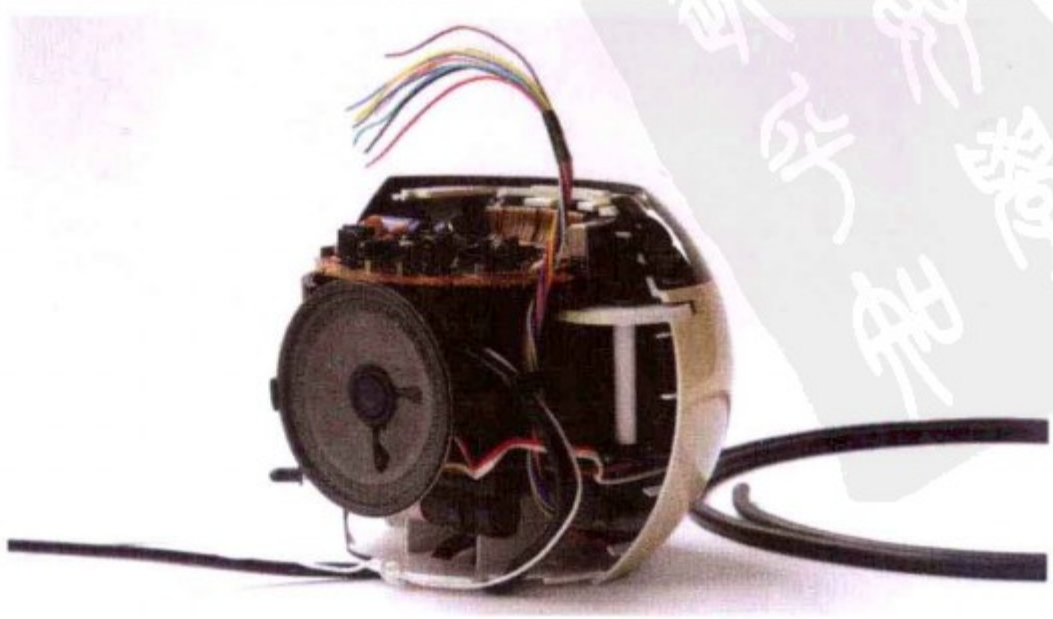




4b.用热胶水或另一种强力胶布来使缆绳牢牢地固定，在插入主要位置的时候，保持各个线的独立。并且使它保持整洁和强韧，因为缆绳将要被使用。



4c.将电子器件放入盒子的前半部分中，现在可以用力将彩色缆绳绕在钟的开关上。



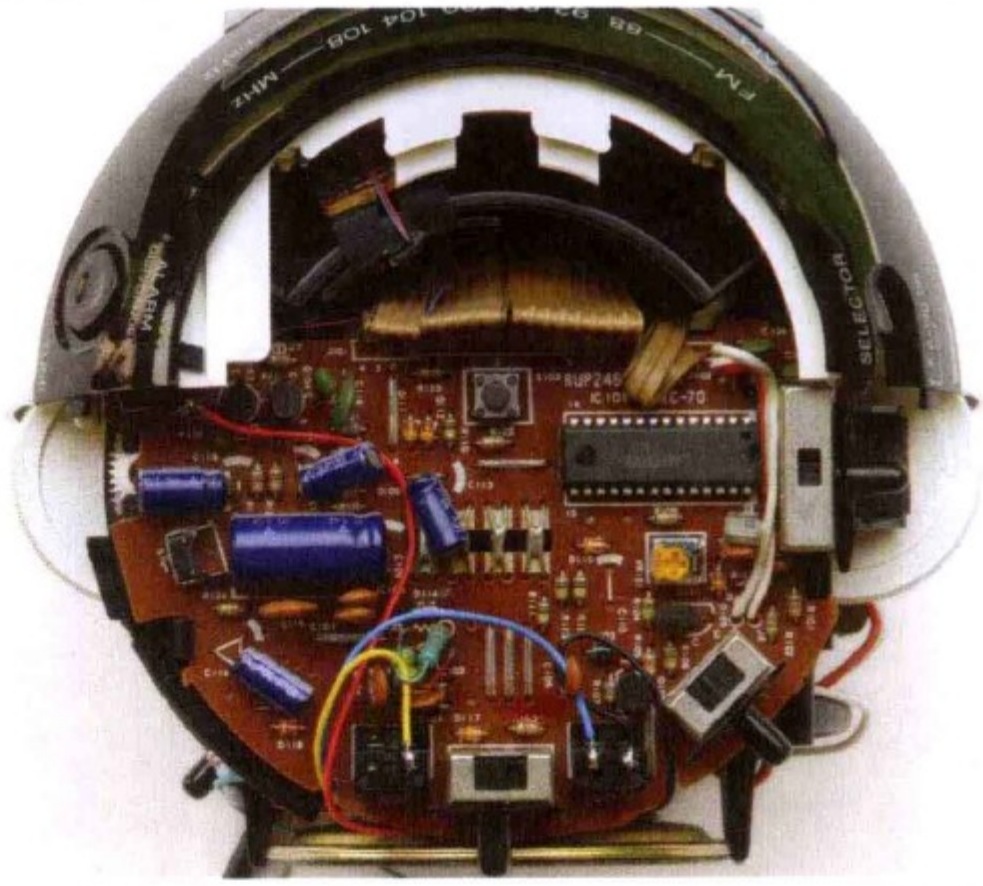
5. 用硬线包裹钟

如果你没有松下RC-70可用来改装，没有问题，因为99%的数字钟的工作原理是一样的。你只须记住一点，那就是每个按钮都有两个接头，当你按下按钮，两个接头就连接了起来。如果你想要延长这样的连接，你可以选择使用光枪来代替按钮关闭电路。

5a.找到控制关键功能的按钮：设定时间和闹钟（包括设定小时和分钟）以及关闭闹铃。RC-70仅仅用3个按钮就达到了这一系列要求：闹钟、设定小时和分钟。闹钟的按钮起着双重作用：关掉闹铃以及将小时和分钟值从“时间设置模式”（默认设置）转变到“设置闹铃”。有些时钟收音机用调节开关而不是按钮来完成时间设置和闹铃设置之间的转换。

5b.定位关键按钮的连接点。用万用表跟踪并定位两个按钮的各自焊点。在RC-70中，3个按钮共享一根地线，因此我们需要总共找出4个连接点。

5c.焊接从你的电缆到连接点的电线。用色码标识线路及其对应的连接点。按照惯例，我将黑色线接地线，其他颜色线分别对应3个按钮各自的连接。



5d.在时钟的剩余空间中组织并安装好这些彩色电缆后，把多余的电缆线剪掉以免它妨碍到其他部件的工作。同时要避免将电缆线放在容易发热的装置旁边，如电力转换器。

5e.将时钟各部分重新组装起来并用螺丝拧紧。

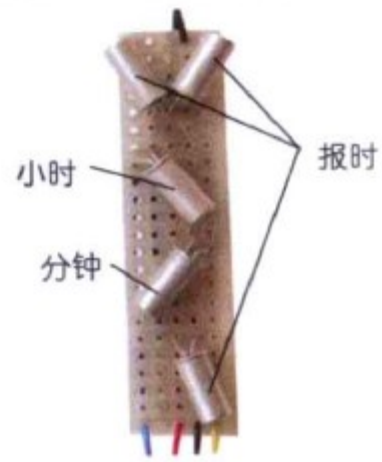
5f.测试时钟的时候先接通电源，把你刚刚焊接好的电线首尾相接。确保将它们连接起来后，电线的连接方式能模仿与它们所连接的按钮的功能。

如果你在组装过程中没有犯任何大的错误，一切都应该能够正常运作了。你不用担心自己会因为手指碰到那些连接按钮的电线而触电，因为通过它们的电流都非常弱。只要它能正常工作了，就再次断开电源。

6. 光枪硬件

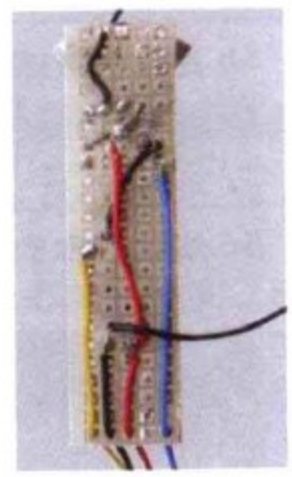
6a.把光枪拆开，用你在第二步对待闹钟收音机的方式清理并洗亮它。

6b.切下一块矩形穿孔板，使它足够大，可以容得下5个倾斜型转换器，同时能够窄到符合面对把手内的向后的部分。对于我的枪来说，我的板面大约是5/8英寸×2 3/8英寸。



6c.如果你的收音机闹钟是RC-70或是工作型号，照图示把倾斜型转换器放置在穿孔板上。在每一个转换器周围留一些额外的空间，从而保证此后你仍能弯曲并且微调它们的位置。

6d.按照在线布线图表（makezine.com/08/alarmgun）来操作。焊接倾斜型转换器至该位置，并且将它们与光缆线连接。不要担心你连接的是哪一边，转换器功能性是对称的。



6e.将地线连接每一个感应部分，并且将线绕在与枪连接的触发器上。为了使我的电路更加可读，我从电缆和触发器到板面的前端都绕了线。

6f.用海报腻子使倾斜电路在枪身一半的位置与扳机相连。给收音机闹钟插上插头，倾斜着射击来测试其接合部分。测试不同的倾斜和射击角度，并弯曲倾斜开关周围改进其运作。



6g.当倾斜开关工作正常时，在适当的位置黏合它们，然后把电路板黏贴在枪柄中，重新组装枪。

6h.设定时间，设定警报器时间1分钟并射击！



完成

现在就去试试它吧！

使用



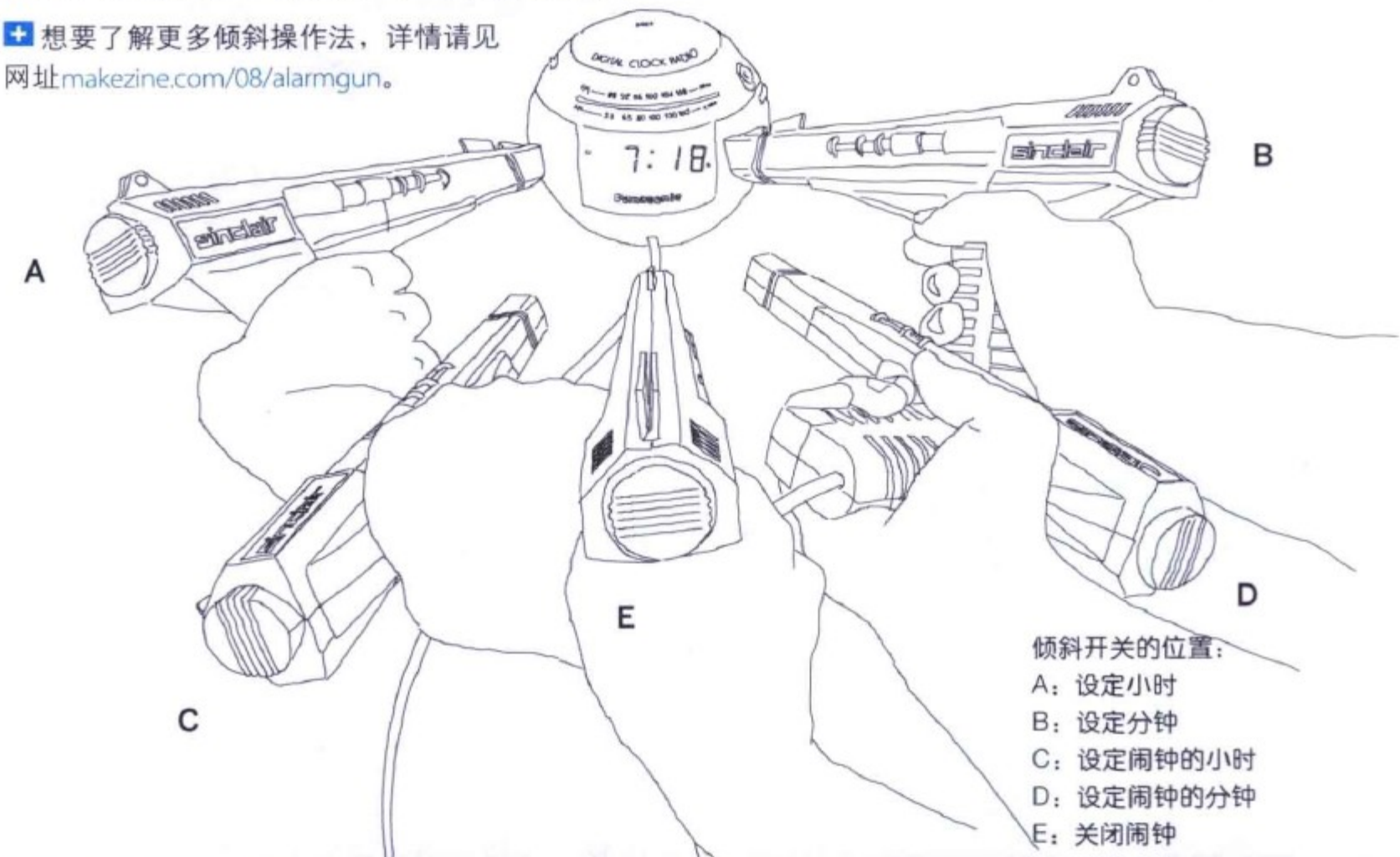
你觉得幸运吗？你有没有闹钟？

操作

这款松下RC-70有一个可以锁定时间设置，使得时和分的设置键失效的开关。在用我们这款枪的时候，需要把这个开关调到解锁位置。

使用这种新的硬接线设备时，把它想象成一个立体的东西（比如说一个球体）。上下方向的射击可以控制闹钟，向左倾斜可以设置小时，向右可以设置分钟。小幅度倾斜可以设置时间，大幅度倾斜，比如低于水平线以下，可以设定闹钟。

➕ 想要了解更多倾斜操作法，详情请见网址makezine.com/08/alarmgun。



倾斜开关的位置：
A：设定小时
B：设定分钟
C：设定闹钟的小时
D：设定闹钟的分钟
E：关闭闹钟

原理

炮膛内气体调控系统的硬接线的设备

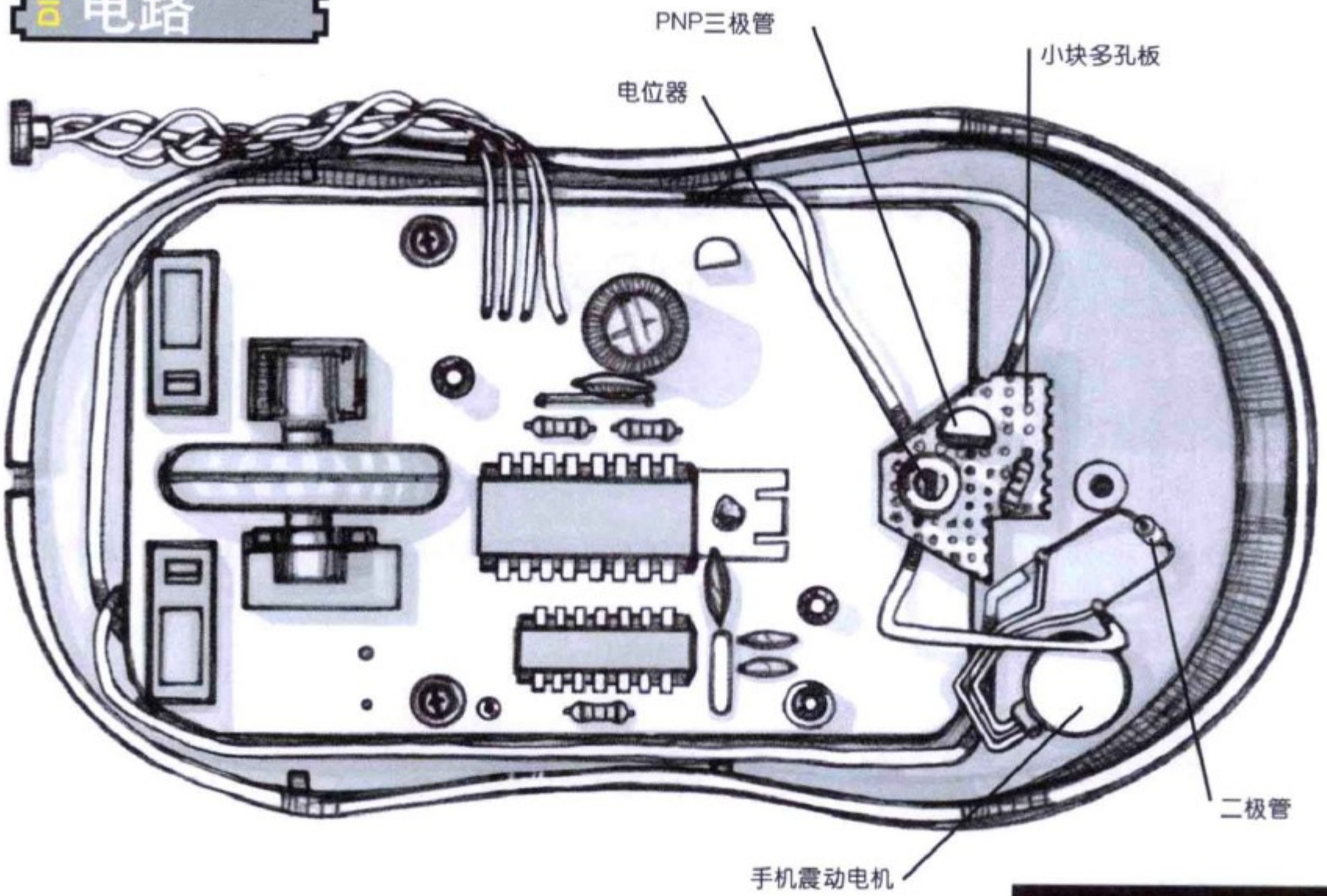
这个课题来源于我收集的硬接线的装置，它从20世纪70、80年代起就对电子设计做出了巨大的贡献。它们混合了两种文化的接口用以改造古老的设备：电脑游戏和家用器械的设计。

用这件操纵杆，把光枪和从电脑游戏的经典时代控制器垫通过电缆连接到闹钟和其他的Iconic设备上。



摄影：罗杰

DIY 电路



震动鼠标内部结构图。注意二极管是和电机并联的。

震动鼠标

玩射击游戏的时候，手机震动器可以在点击时给你后助力。

格雷格·利普斯科姆

用别人的震动手柄玩FPS射击游戏的时候这么想过么：“要是我在计算机上玩的时候也能这样震动就好了”。我的一个朋友有多余的震动包，于是他玩游戏的时候就把这个贴到鼠标上。这种做法给了我自制震动鼠标的灵感。

我觉得我的震动鼠标应当有一些指标和规范。首先我希望这个鼠标是密闭的，如果有个部件伸出来就太难看了。其次这应该是一个USB光电鼠标，滚球鼠标太老土了。另外玩射击游戏开枪基本都是按左键，因此我希望按左键的时候能得到震动的体验。

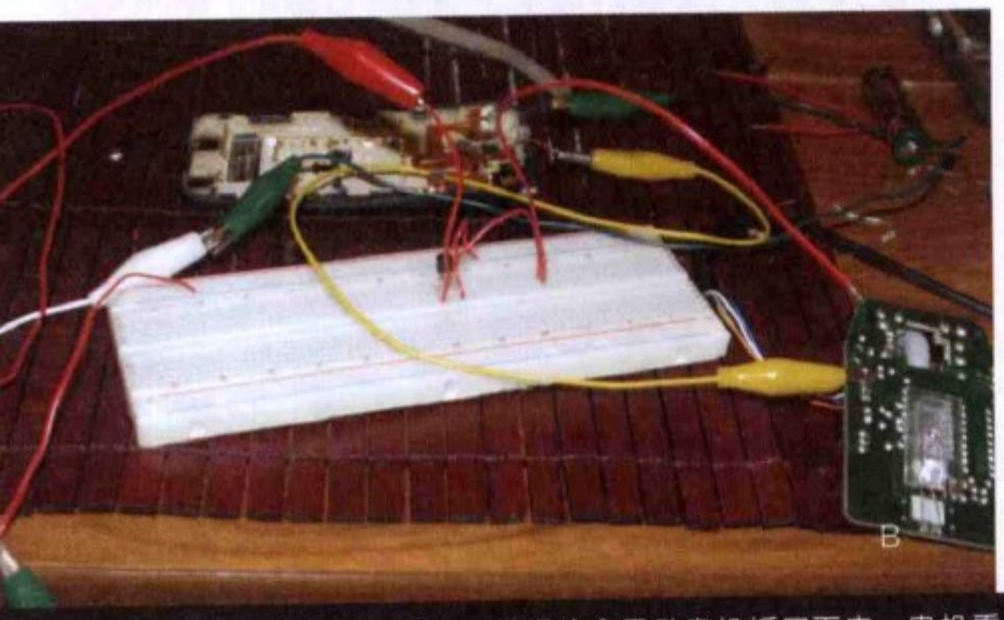
我从附近店里买了个便宜的鼠标。鼠标上有我喜欢的滚轮，而且鼠标很大，里面再装些东西没有问题。选震动电机的时候，我希望能用一个小一点的，我的未婚妻建议我用手机上的震动器。我有好几个不用的旧手机，于是我打开了其中一个并从顶上左边的角落里面找到了这个电机。这个电机看起来像块长了两根线的手表电池。

当然，不同的手机用的电机是不一样的。我打开的诺基亚手机里面的电机是一个小圆柱，而我拆开的老式飞利浦手机的电机是扁的，位置在扬声器附近，靠近LCD屏幕。

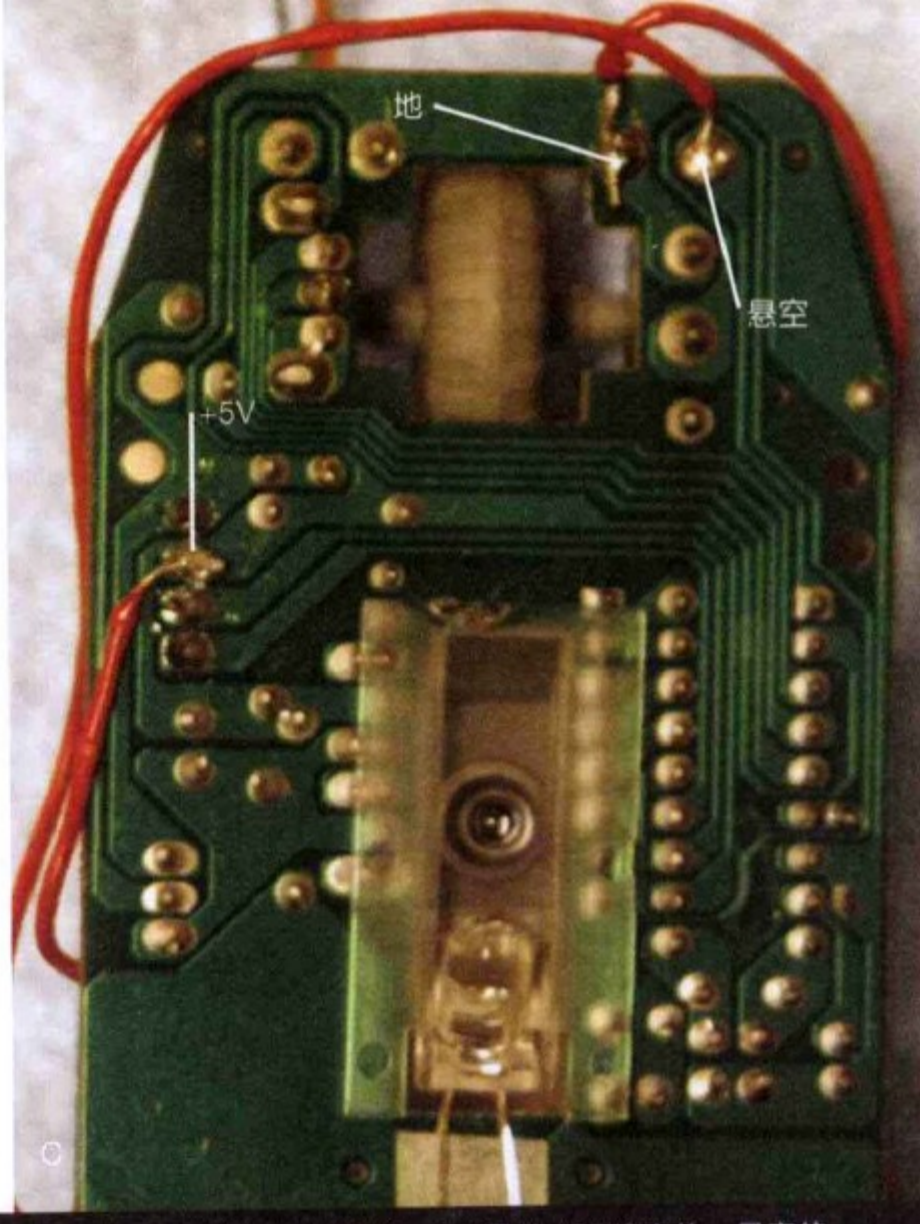
绘图：达米安·斯科金



图A：我打开了手机，并把这个震动电机拆了下来。电机看起来像个厚一点的手表电池。



图B：我在面包板上测试我的震动鼠标电路。



图C：电路用到的三个引脚中，5 V是从USB线来的，悬空的那个引脚在点击左键的时候会暂时接地。

材料

USB光电鼠标：我用的是一个没牌子的，型号是HTM-67WT。

PNP三极管，2N3906：RadioShack的，货号是#276-1604。

震动电机：从手机中废物利用来的，你也可以选Sanko Electric的#1E120，allelectronics.com上有售，货号是#VB-1。

5 kΩ或者1 kΩ的小号精密电位器：10 kΩ电位器的比如RadioShack的#271-282也能用，只是小点的调节的更好。

二极管，1N4001。

1kΩ的电阻

小块多孔板：RadioShack的，货号#276-0148。

我还需要一个开关，能在左键点击时把USB电源和电机导通。于是我选了一个PNP三极管。最后一个必备的元件是10 kΩ的电位器，用来调节供给电机的电流大小。

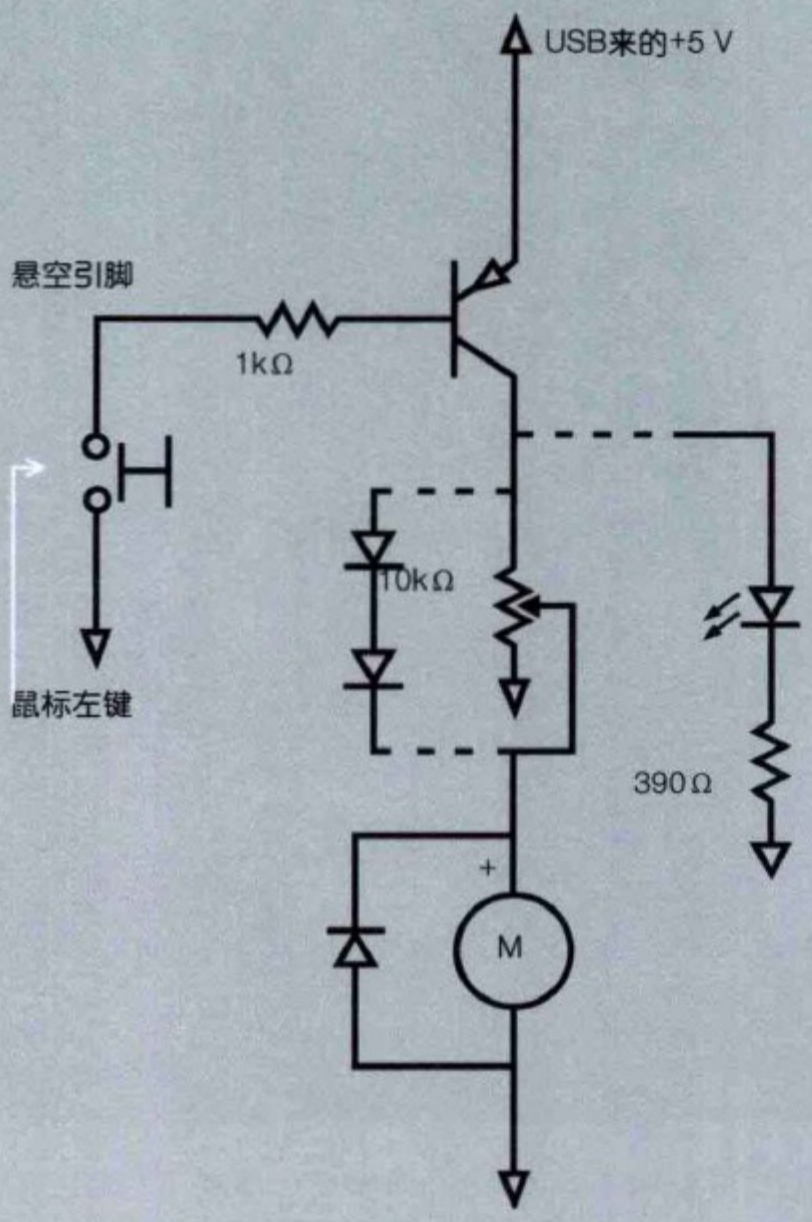
找到并调节电源

震动电路需要从USB端口取电来驱动电机，因此我需要在USB线缆和鼠标内部两个地方都找到+5V的电源和接地的端口。从USB电缆里找比较容易，我从网上找到一个USB电缆的引脚分布图，了解到USB电缆两边的引脚接+5V电源和接地。然后我拆开鼠标，用数字万用表来检查和USB的电源地引脚导通的地方。我发现我的鼠标里USB过来的绿线是地线，蓝线是+5V电源。于是我将手机的震动电机直接连了上去，想看看这个USB口到底能否驱动这个电机。结果电机驱动没有任何问题。

接下来在手机上连出两根线，一根接地，一根接+5V电源，并开始用面包板来搭建电路原型。震动电机标称3.6V，因此我需要串上一个电阻来降压。我选了一个10kΩ的电位器，可以调节电压进而调整电机速度。调整过程中，大家可以用万用表来测量保证电机两端电压为3.6V。

电位器的替代方案是使用串联的两个二极管。每个二极管的压降是0.7V，串上两个就降了1.4V，这样给到电机的就刚刚好是3.6V了。这个压降调节上面两个方法都可以，不过一定注意另外一件事，电机需要并联一个二极管。因为三极管开通的时候电机上的电压尖峰会非常高，需要二极管这个时候导通来保护三极管。

摄影：格雷格·利普斯科姆



震动鼠标的原理图（虚线部分为可选电路）。注意电位器可以用串联的2个二极管来代替。图中还有一个可选的LED电阻电路，这个电路的作用是当鼠标左键按下的时候会点亮这个LED灯。

获取左键信息

下一步就该去找鼠标左键在电路板上的触点了。这是一个单级瞬时接触开关，我拿万用表来检查哪些引脚接地了，又是哪些引脚悬空了。我从悬空触点上焊了一根飞线出来，然后接着在面包板上实验。由于鼠标按键是通过将这个触点接地来起作用的，我需要一个能用低电压信号来触发的开关。一个PNP的三极管就能完成这个任务，按键动作会产生一个低电压然后打通三极管的发射极（接到电源）和集电极（接到地）。注意这个三极管和NPN的三极管是反极性的，NPN的三极管是高电压信号开通（另一个办法就是不用三极管而直接将电机接在+5V和悬空引脚之间，悬空引脚“－”接地，+5V那里就有电流通过电机流到地了）。

为了限制通过三极管基极的电流，我还在悬空引脚和三极管基极之间加了一个1kΩ电阻。然后我把三极管的发射极和USB的+5V电源连在一起，而将三极管的集电极通过10kΩ的电位器连到电机，电位器的第三个引脚连到地（接线接到电位器的时候要注意一定要将其中一根线接到中间的引脚上，如果你接的是两边的两个引脚，那么不好意思，你串进去的是一个10kΩ固定电阻）。这样我的面包板电路就完成了，我做了测试并修改了错误。

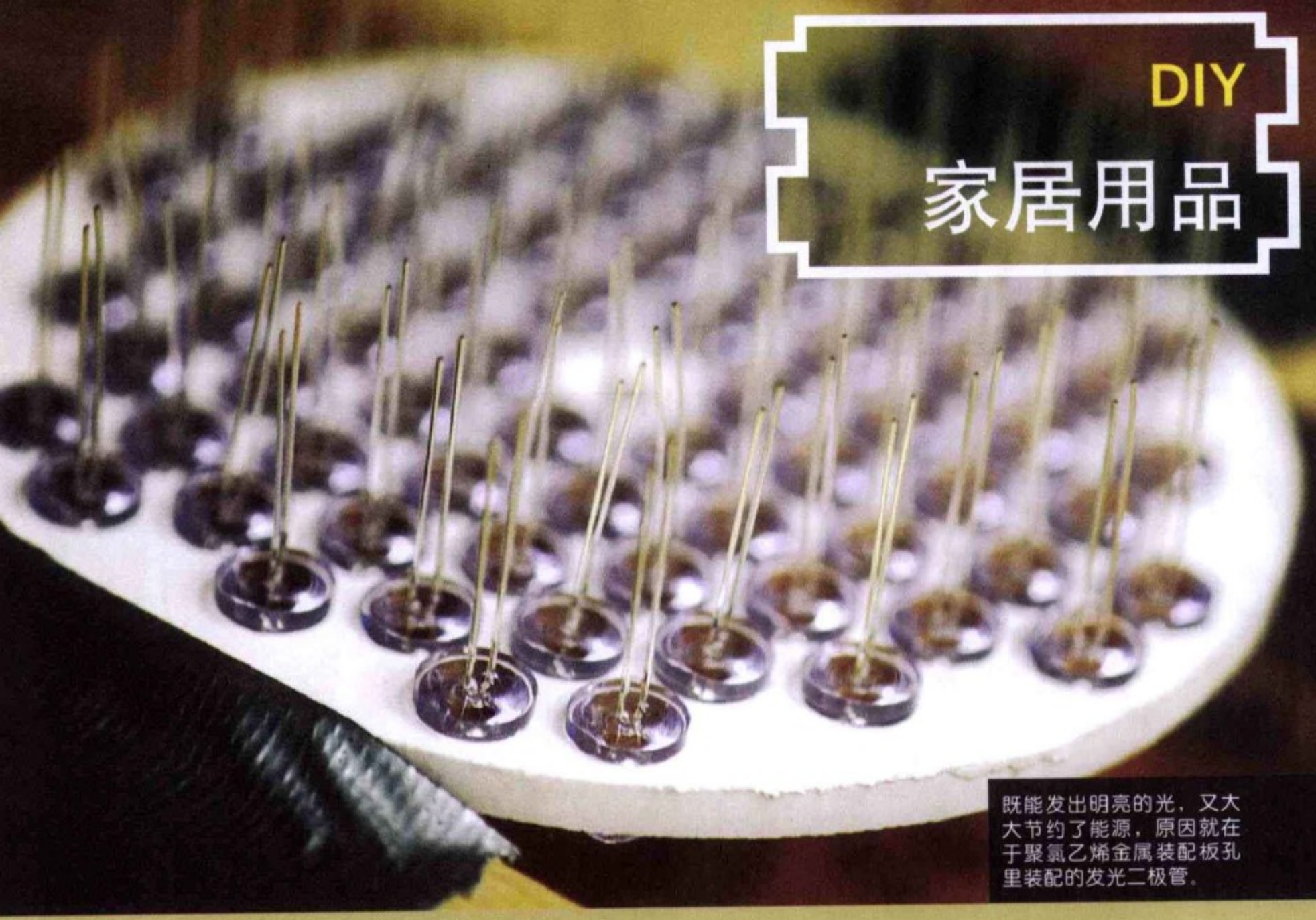
整合电路

最后一步是把所有的东西都焊起来。我把所有的元件焊到小块的多孔板上，并用细导线将对应的引脚连起来。接着我用双面胶把电机黏到鼠标的壳上，并把鼠标内部的线也布好。

完成组装之后，我就有了一个工作良好的震动鼠标了，每次我点一下左键就会震动一次，完全满足射击游戏的要求。

作为改进，还可以在USB的+5V电源盒三极管的发射极之间加一个简单的开关，这样我还可以禁掉震动的功能。总的来说这个DIY项目完成了提高游戏体验的任务。

格雷格·利普斯科姆是Auburn大学毕业的一个电气工程师，现在在Mobile的南阿拉巴马州立大学读医学二年级。大家可以到diylive.net去参观他的作品。



既能发出明亮的光，又大大节约了能源，原因就在于聚氯乙烯金属装配板孔里装配的发光二极管。

我对LED的热爱

自制一个明亮的低能耗的台灯。

查理斯·普拉特

石英卤素台灯比老式的白炽灯亮，荧光灯比石英卤素灯亮，然而LED却是所有灯当中最亮的（如果你把需要荧光的镇流器考虑在内的话）。既然如此，那么为什么LED灯没成为家居时尚用品，就如同车里的普锐斯呢？

LED略带紫色的光，也许可以解释为什么它没有受到大众的欢迎。如果是作为闪光灯产品，人们并不会因此而讨厌，但如果是作为家居装饰，那就有问题了。我个人比较喜欢怪诞的，看起来就像直接从Jetsons里出来一样的技术，因此我还蛮喜欢那种紫色的光。有了这个想法后，我就准备成为这条街道里第一个拥有LED台灯的人。

用谷歌购物搜索引擎Froogle在网上搜索超亮LED无果后，我又去eBay上试了试，可是在付款时受了骗。

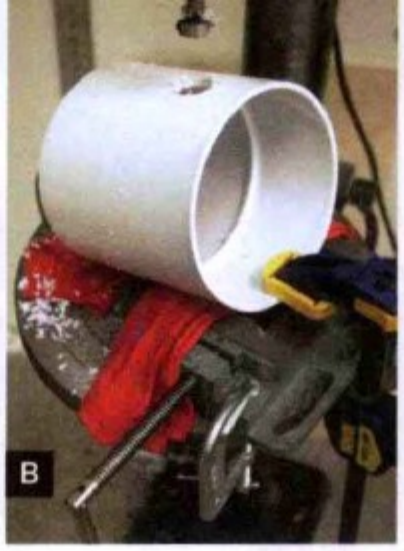
如果成百地订购最好的LED，中国香港生产商接受网上付款，而且每个二极管不足25美分，二极管直径1cm，而且据称有至少有100 000mcd的光度输出。

现在，你可能弄不明白“mcd”是什么样的测量标准。mcd代表的是“单位毫米的亮度”，可能你对此还是搞不清楚，因为旧的光照是以流明计算的。一流明测量的是向各个方向的发出的光的总量，然而“毫光”测量的是单位区域的光。这个计量单位对于LED来说更合适，因为它发出的是一串极小的集中电子流，集中的程度类似于5°～10°角的范围。

它能被比作反射器电灯，但由于灯泡不是以mcd为功率单位，所以准确评估LED亮度唯

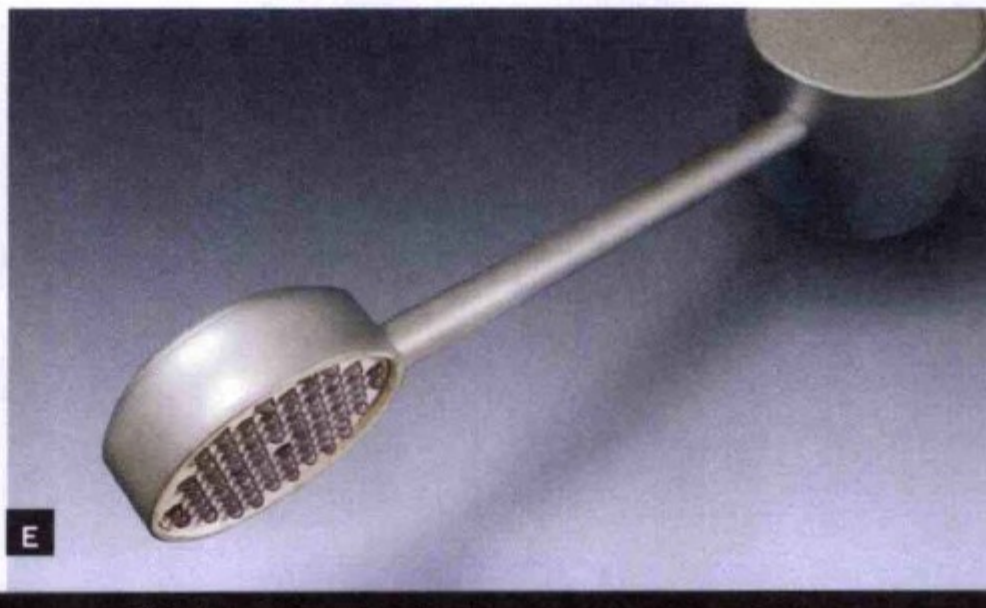
摄影：查尔斯·普拉特











图A：身体部分打磨喷银后的PVC管件黏合在一起。
图B：底座以一个角度钻孔而且堆满沙子来调试阀杆。
图C：阀杆的另一端黏到头部的1英寸大小的洞。
图D：ABS塑料的安装板钻72个洞。
图E：完成的灯，头部倾斜的是LED们。总成本40美元。总功耗大约5W。

一的办法就是自己买一些尝试。

当我的包裹从中国香港寄来的时候，我打开后不仅发现了LED，而且还有少量的棕黄圆点放在电线上——和灯同一系列的电阻。显然，一个寻常的LED灯预定通常会被认为是用于汽车或手术灯。所以，生产商很有帮助性地送来了发光二极管电阻，好把那辆汽车的蓄电池从12V减到3.5V，从而适用于一个典型的二极管。

从我的观点出发，这没有多大的帮助，因为电阻器热脉冲功率超标。幸运的是，有几种方法可以在你的超高效率照明系统装置中避免这种浪费。

如果你想在家里使用一个LED灯管，你可以买一个交流电源适配器，直接将房内电流转为你需要的3.5V直流。然而，我希望我的灯在房车里也能正常工作，所以，我将3个发光二极管分为一组。因为每个LED都有它自己的内阻，你不再需要比较浪费地串联电阻。当你把3个LED串在一起，在末端链条附上12V电源时，每个LED需要4V。你可以添加更多的像阶梯一样的链条（见图B）。

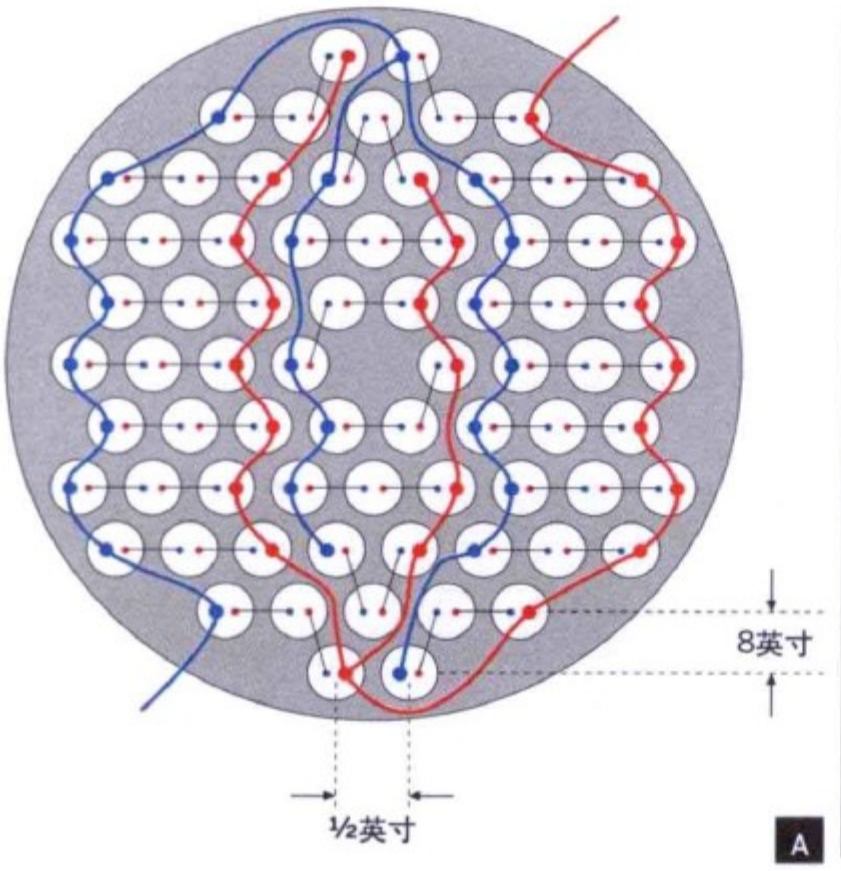
因为LED挑剔，必须有非常精确的正确数量的电力，你仍然需要一小组电阻来优化电压。为了这个目的，我放了一个线圈电位器（可变电阻）在底部的阶梯上，为所有的LED同步调整供需。

在调整电位器到正确设置时，我用万用表（在RadioShack买约20美元）检查几个样品LED的电压。通过调整电位器这一点，我能调节灯的亮度。

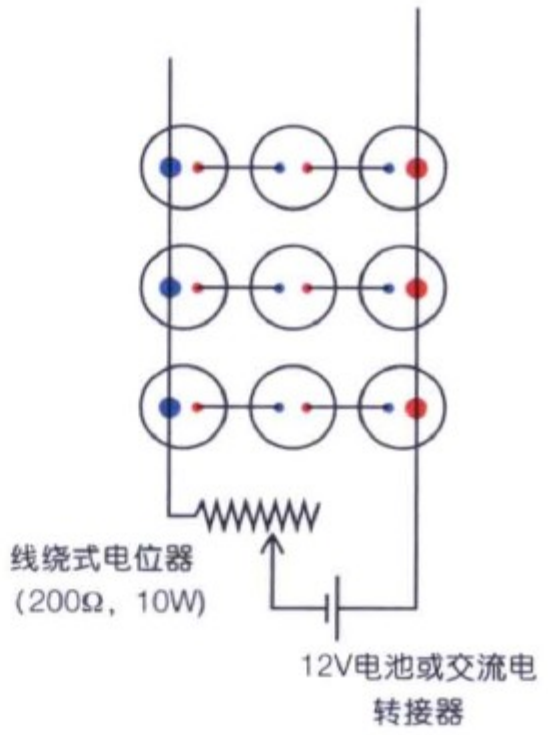
自然地下一个问题是“我如何把所有东西都用线连起来”，你将需要一个烙铁，低功耗电子零部件的设计型（15W是典型的），你可以在RadioShack找到，为了避免烘烤损坏二极管，你必须很快地完成这个。我把一个鳄鱼夹放在线上，低于烙铁，作为散热器。

焊接的指导者将告诉你，“真正的焊点不要使用散热器”，但是由于一个二极管工作和不工作的区别使焊接的时间可以持续6秒而不是5秒，为什么不做一个初级预防呢?

最重要的是，你需要记住LED长线接直流电源的正极，短线接负极。如果接反了，它可



A



B

图A：一盏使用LED的灯可行的一个方式是有三组线。结果会有24个链条，总共72个LED由12V供电。

图B：将LED分成三个一组的基本原理，端口由一个12V直流电源和微调电位器(通常在每个LED上为3.5V的电压)驱动。

能会烧掉，这还要取决于提供了多大的电压。

面对这么多繁琐的细节，你可能会有疑问为什么LED会有这么多麻烦，其实不然。我用Adobe图解组成了一种向日葵模式的72-LED灯，然后把它打印出来，把它当作模板钻孔到一张只有1/4英寸厚的、白色的ABS塑料上。

如果你碰巧没有公制钻头，可以用一个25/64英寸的钻头，那几乎是完全等同于厘米直径的LED。钻孔后，拨开LED灯，然后把他们粘上或（我惊叹他们竟用硅）焊接在一起。整个工程历时一个下午。

如果你有一辆休闲车，你会喜欢这个超高效的照明的主意，这不会增加你的电力系统的电力消耗。事实上，我期待房车主人去买LED白光灯胜过去买住房。

一旦你的系统工作，你将享受其特有的经济效益：一连串的3个100000mcd LED将持续点亮大约10万小时，仅仅只用20mA。如果你跟着我的灯的设计，使用24链（一共有72个LED灯）由12V电源供能，全部加起来要消耗大约5W，而发的光如同使用60W的灯丝灯泡。

当然，你将不得不去适应那个怪物的先驱者，但是早期接受的人应该愿意拥抱这样的事物。

查理斯·普拉特是一个自由记者，为冷融合研究员爱德华·斯道穆斯写过人物简介。

1+2+3 制作手摇发电电筒

Cy·蒂姆尼

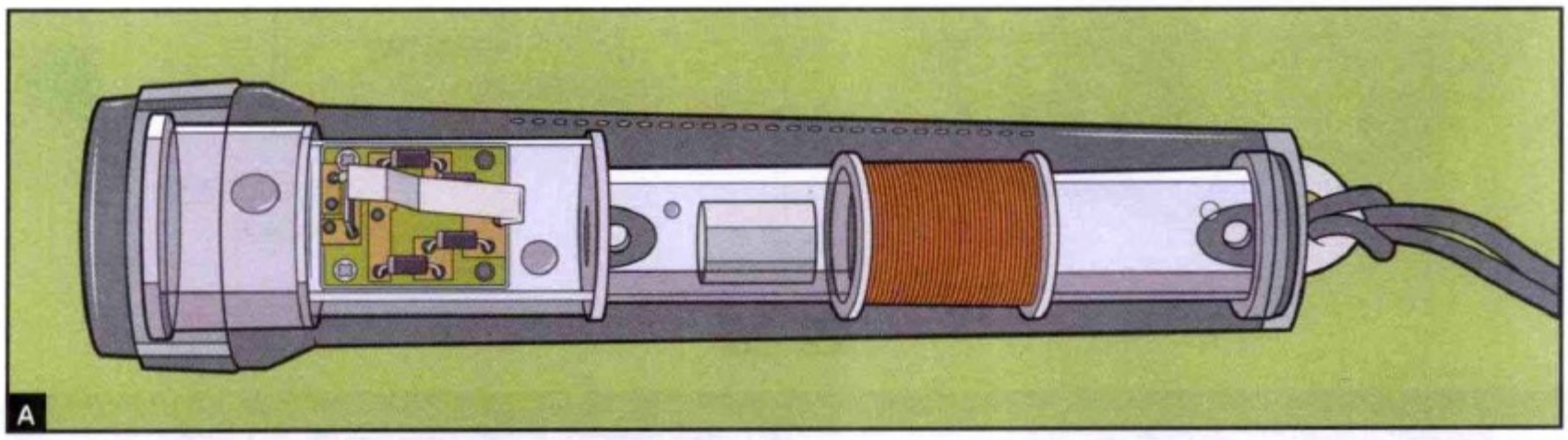


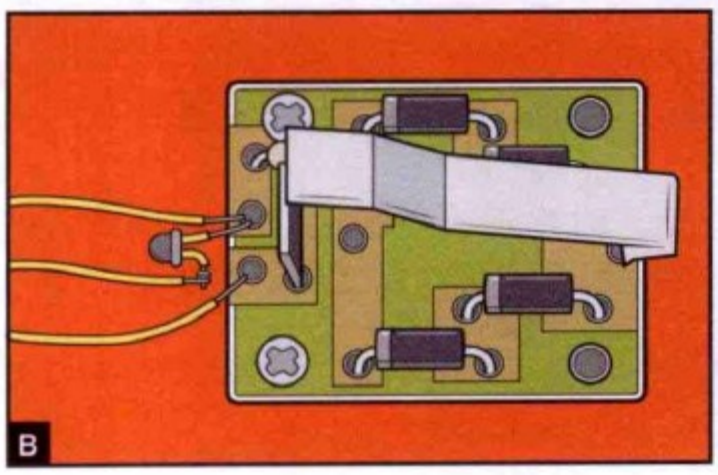
用你的肌肉为小型电器充电。

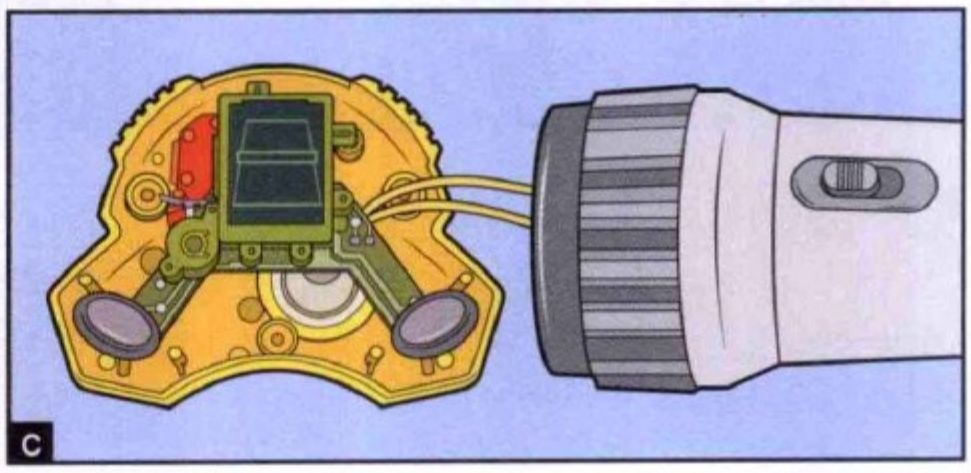
材料：手摇自发电电筒、电线、小的飞利浦螺丝刀、电烙铁和焊料。

手摇发电电筒是如何工作的？

手摇发电电筒有一个很亮的发光二极管、一块镍镉电池以及一个用一卷电线和一块圆柱形的磁铁所组成的发电机。当你摇动手电筒时，磁铁随着线圈滑动来给电池充电。手摇式电筒能提供2～4.5V的电压，但是所产生的电流却非常小。所以，在为装置提供动力方面有一定的限制。







1. 改良手电筒



图A显示了手电筒的基本构造：壳体、线圈、磁铁、电池以及电路板。拧开镜头，将固定电路板的螺丝拧掉，拿掉LED的连线，将3根线接到相应的位置（见图B），这样当你在给其他装置充电的时候，你还可以继续正常使用手电筒。

要将装置接上电源，将手电筒电路板上的两条线与装置的电池正负两极对应接好。当你想正常使用手电筒的时候，只要将LED的线和电路板上的一条线相连即可（使用有颜色或者有标志的电线，以便识别）。

2. 改进装置以便让它能相连到电筒



选择一个使用1.5～3V电压的小电子装置，比如一个小的液晶显示的游戏机（我经常收集一些外带食物商场随小朋友的套餐而赠送的免费手持游戏机，如果关掉声音选项，它们只需要很少的电量就能工作）。将两根去掉末端绝缘皮的电线紧紧地缠绕在夹子上，图C显示了如何把电子游戏连接到手摇式电筒上以提供动力。

3. 更进一步的工作

大容量的镍镉电池能储存更多的能量，这样还可以为其他小电子装置提供动力，如小型的随身听收音机、旅行钟或者微型的无线电遥控车。你或许还可以用改造过的手电筒在紧急的时候为你的手机充电。

Cy·蒂姆尼（sneakyuses.com）是一位长期驻扎在美国洛杉矶的作家，他是《日常用品更为隐蔽的用法》一书的作者。

绘图：泰米·古辛兰

1+2+3 用日常用品制作电磁开关

Cy·蒂姆尼

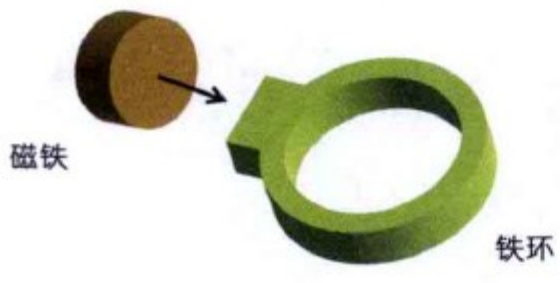
用隐藏式电磁敏感开关在远处控制设备。

材料：磁铁、曲别针、铝箔、胶带或海绵、板子、电线、LED或蜂鸣器、3V手表电池或代替物。

备选项：环形物、安装电池的玩具、X-10万用电桥以及电器模块。

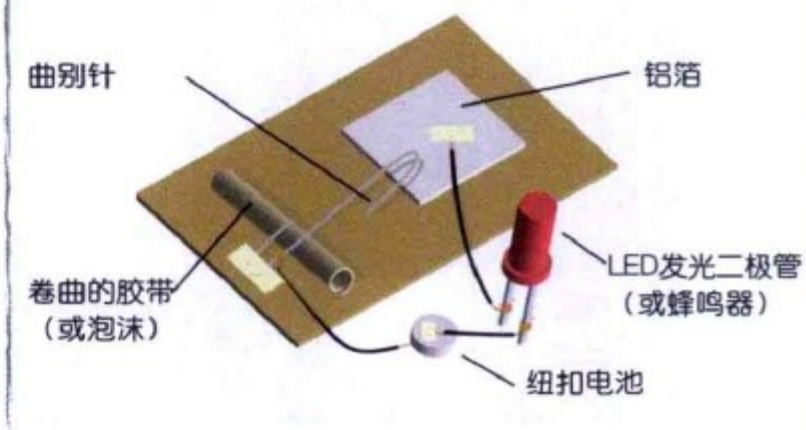
1.制作一个电磁启动器

你需要一块强磁铁用来从至少1英寸远的地方启动电器设备。你可以到多数无线电微控制的轿车里以及一些助听器电池里找一小块稀土磁铁。把磁铁粘到环形物或硬管上，或者把它粘到其他一些物体上，保证当它接近或离开开关时，它能引起我们想要的效果。



2.制作一个隐藏开关

在这个电磁开关中，曲别针搭在一根用卷曲的胶带制成的“弹簧”上。当磁铁从开关旁边移动时，它会使曲别针接触铝箔，从而构成通路。把开关与一个3V的纽扣电池相连以点亮一支LED发光二极管或蜂鸣器，或其他低电流的设备以及玩具。



3.把开关与继电器相连

你的电磁开关可以与一个需要高电流设备的继电器相连。把开关和继电器固定在仪表盘的后面，以保证安全地启动一个断路开关、报警器或其他汽车附属设备。或把你的开关与X-10万用电桥及电器模块钩在一起，这样就可以控制一大批设备了。真的很隐藏哎！



附：鉴别真假美元

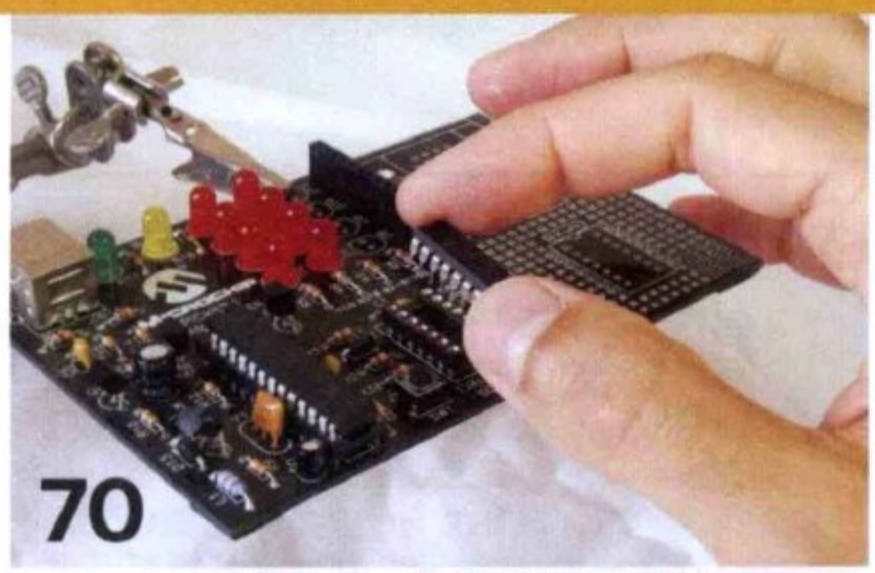
真美元在印记里面有铁颗粒。把一张钞票折起来使它的一半可以垂直地站立。如果上面的一半向你的磁铁移动，它就是真钞票。如果没有，赶紧报警吧！

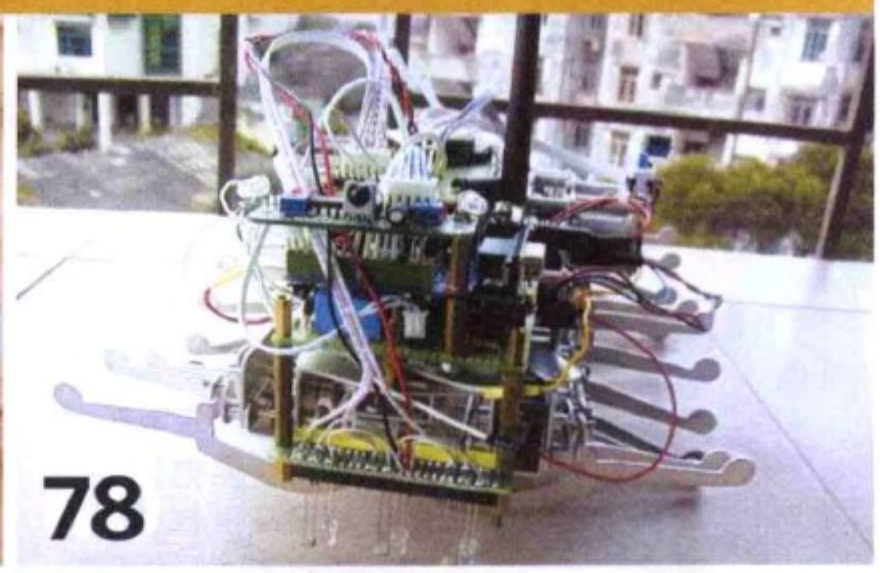


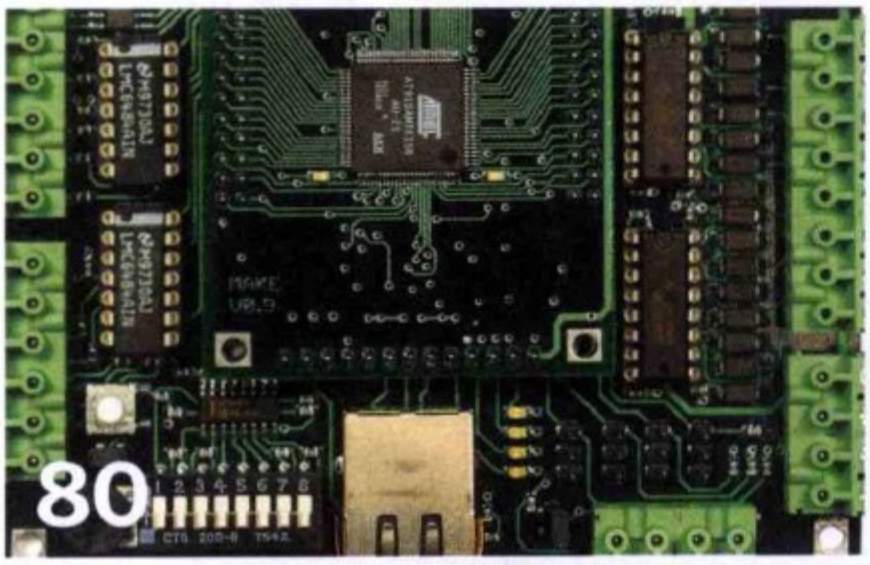
绘图：马克·弗兰菲尔德

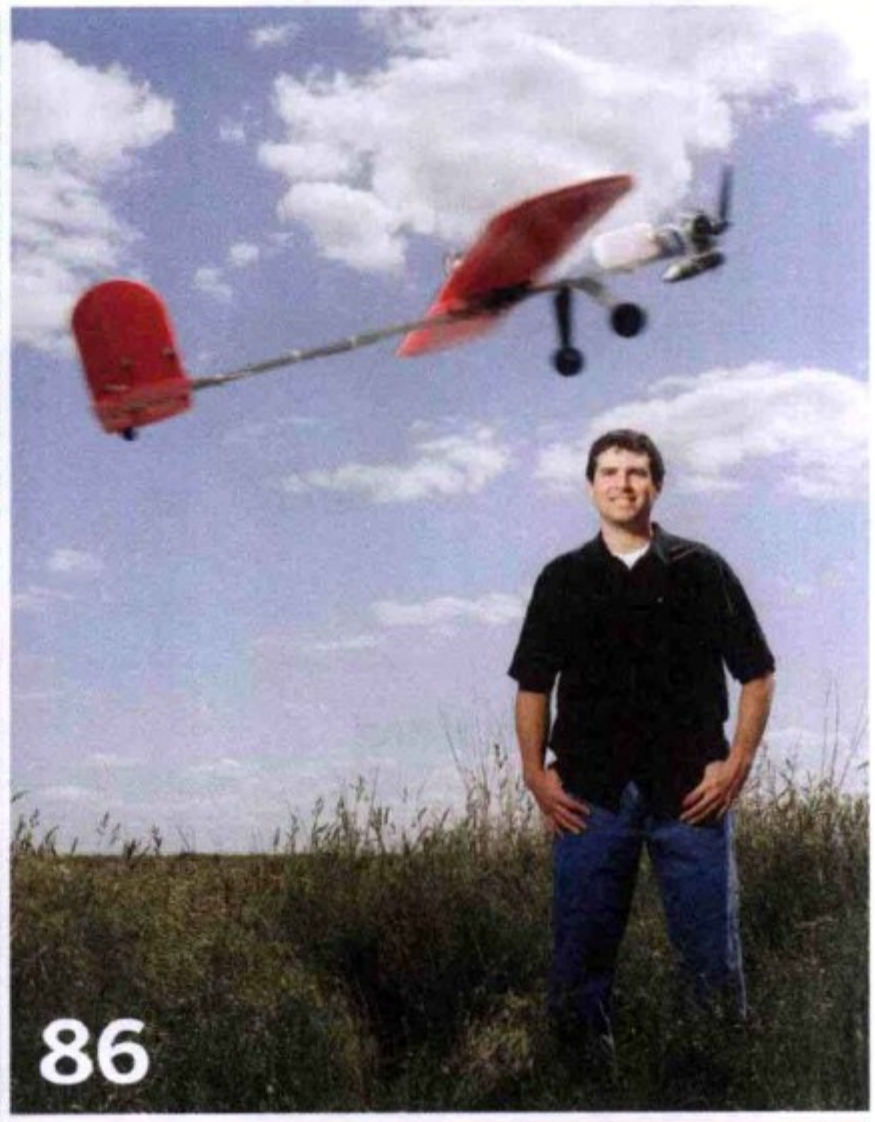
» “按一个键就能点亮一个特定的闪光图案。是什么使它闪光呢？看上去像是有只小猴子在里面拨动着开关。如果真是这样，那大部分家用电器都有只猴子。”

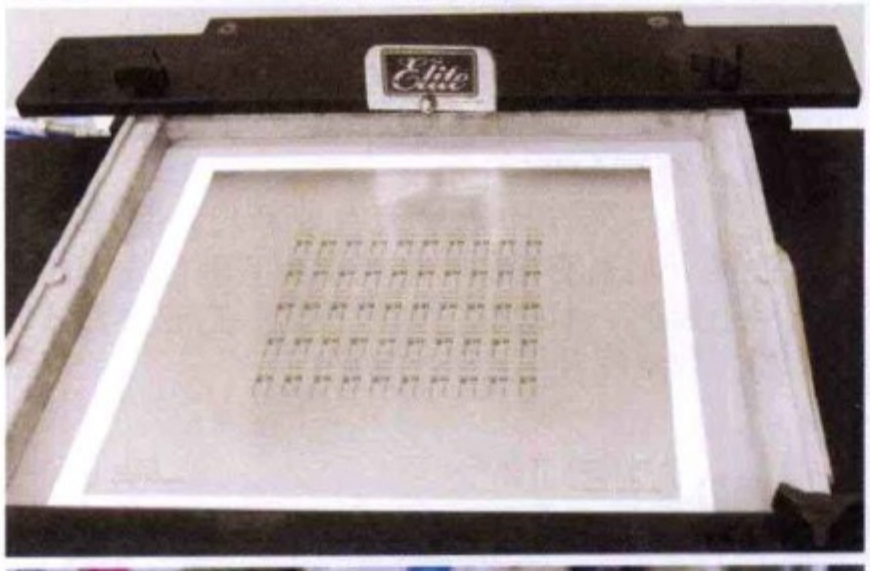
Sparkle实验室



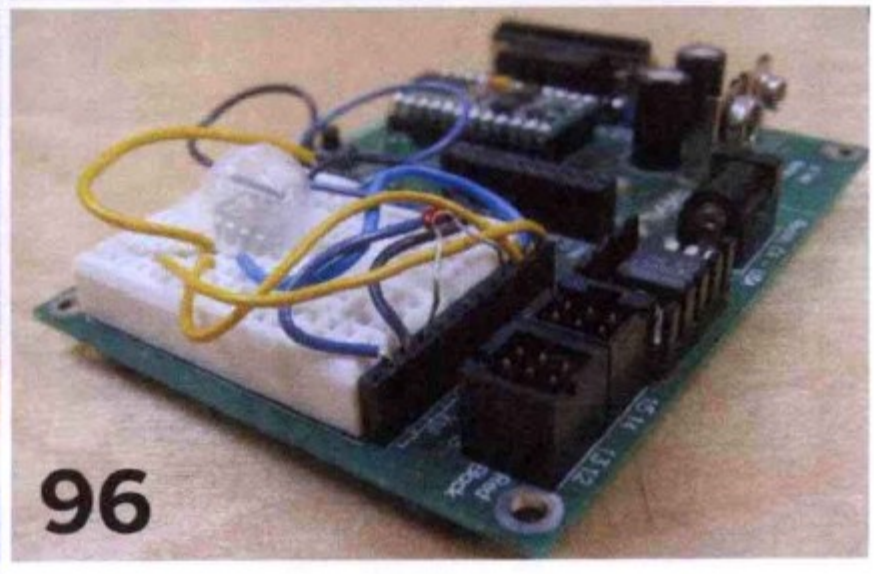












最佳
单片机项目



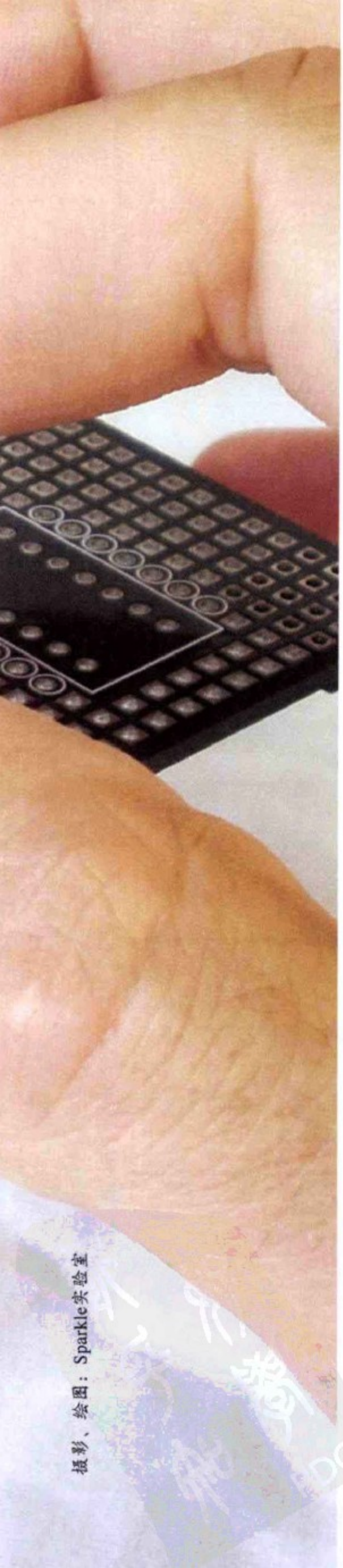
你的世界已经被计算机填满了吗？

要是问问大家各自拥有多少台计算机，他们会说一台、两台或者更多（如果他们也把自己的TiVo[1]和移动电话算进去）。实际答案是多达数百台。你的家里、车上，几乎你拥有的所有电子小发明中都有一个或者多个计算机芯片，它们被称为单片机（或微控制器）。一场革命正静悄悄地发生在年轻人们身上，他们肆无忌惮地使用这些单片机，并且可以对单片机编程。这些芯片很便宜，编程软件和其他工具也越来越容易获得和学习，甚至当天就能学会。这里将有你需要的知识，帮助你完成自己的数字控制器件。

[1]译者注：Sparkle实验室是一个在线DIY电子组件制造商，为电子制作爱好者提供成套电子组件和定制产品，获取更多详情可登录http://sparklelabs.com/index.php。

[1]译者注：TiVo是一种数字录像设备，它能帮助人们非常方便地录下和筛选电视上播放过的节目。

基础知识



摄影、绘图：Sparkle实验室

单片机编程

Sparkle实验室

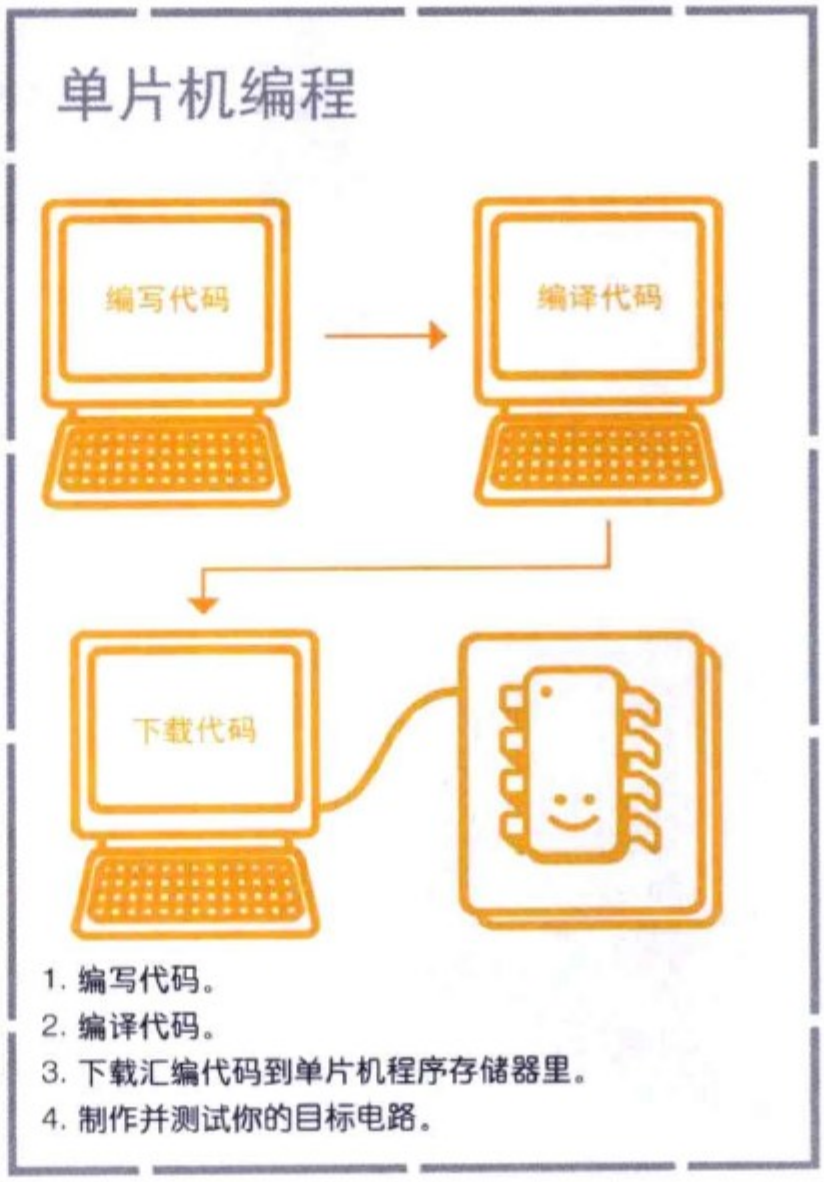
易于编程的芯片
让电路做你想要做的事情。

按一个键就能点亮一个特定的闪光图案，是什么使它闪光呢？看上去像是有只小猴子在里面拨动着开关。如果真是这样，那大部分的家用电器都有只猴子，在电视机里，“它”接收从你的遥控器里发出的红外线编码信号并且把它们解码。“它”操作洗衣机和烤面包机。这只小猴子就是微控制器——单片机。你可以教它按照你的意愿做自己的项目。

微控制器，相当于一台把所有的系统都集成到一个芯片上的微型计算机。这个单片机包含中央处理单元（CPU）、程序存储器、数据存储器和输入输出接口（I/O），这些数据接口可以连接各种各样的设备。这个芯片的CPU依靠执行存储在程序存储器里的程序指令来读写数据存储器，导入和输出各种数据到I/O接口。

对微控制器进行编程指的是编写指令并“烧制”到程序存储器里。微控制器使用的是由二进制指令（0和1）组成的汇编语言，你可以直接用汇编语言写程序，但是大多数人还是愿意用更高级一点儿的C语言或BASIC语言来编程，这是因为用高级编程语言更容易懂些。如果你用这种方式编程，一个微控制器编程一般都需要右图所示的四部曲。

这篇文章介绍了这些过程。在我们的例子中，单片机将只是简单地使LED闪烁。这看起来并不复杂，但难点在于建立你的编程环境并把它们组合起来使用。如果你能让灯光闪烁起来，你就也能接管整个世界！



低级微控制器与BASIC Stamp微控制模块

首先，要决定是用低级微控制器还是BASIC Stamp微控制模块。便宜的低级微控制器（又叫作生产信息控制器）例如微芯科技公司或爱特梅尔公司的产品，它们需要额外的硬件、软件、辅助电路等。BASIC Stamp微控制模块比如美国视差公司和网媒公司的产品，更适合初学者，但要贵一点儿。BASIC Stamp实际上是集成了单片机、晶振以及周边部件在一块印制电路板上，简化了外部电路的设计。芯片还集成固化了所有的开发硬件和软件。

在我们示例的电路中，我们使用了微芯科技公司的2美元的低级微控制器PIC12F675。

低级微控制器

优势
- 很便宜（1~6美元）
- 种类很多

不足
- 需要编程开发硬件设备（200美元）
- 需要编程开发工具软件
- 电路较复杂，需要更多的零件

BASIC Stamp微控制模块

优势
- 通常更容易用
- 不需要编程开发硬件设备
- 内嵌了编程开发工具软件
- 电路较简单

不足
- 价格较贵（50美元）

单片机编程的硬件和软件

给一个低级单片机编程，你需要三个硬件设备：一台计算机、一套带兼容电缆的硬件编程器和你准备插入单片机的目标电路，另外你还需要一些软件。

1. 计算机

绝大多数单片机编程软件工具都是基于Windows平台的。你不需要太好的计算机，任何一台有匹配的端口能连到硬件编程器上的计算机都可以（串口、USB等）。

2. 硬件编程器

当你把单片机芯片插到这个东西上面，就能用它把程序从计算机烧制到你的单片机里，传统意义上讲，接下来你只需拔出单片机芯片插回到你的电路里就行了。不过有些硬件编程器允许你在线直接烧录，不用来回拔插，直接在你的电路上编程，这样调试起来就方便多了。

我们示范的例子里，使用的是微芯科技公司的PICkit1集成开发套件，价格为35美元的，带USB编程器，还包括一块小的实验板，能对大多数微芯公司8～14针的单片机芯片进行编程。

3. 目标电路

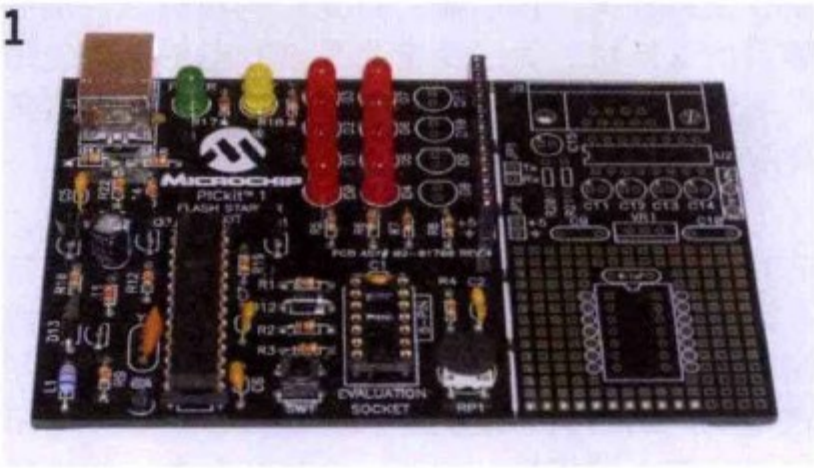
如果你刚开始接触单片机编程，你可以先搞一套实验电路板，就像PICkit1这样的东西，它是一块印制电路板，包含了芯片插座和各种输入输出设备，例如按键、LED指示灯、微调电位器等。使用这样的万能电路板，你可以开发各种功能，运行各式各样的程序而不必担心线路的问题。

如果你有专门的电路设计想法的话，下一步就是制作你自己的东西啦。网上有大量的电路设计图。你可能会找到最接近你设想的电路。不过有些图纸设计有误，你要小心。如果你是老手了，你完全可以自行设计。

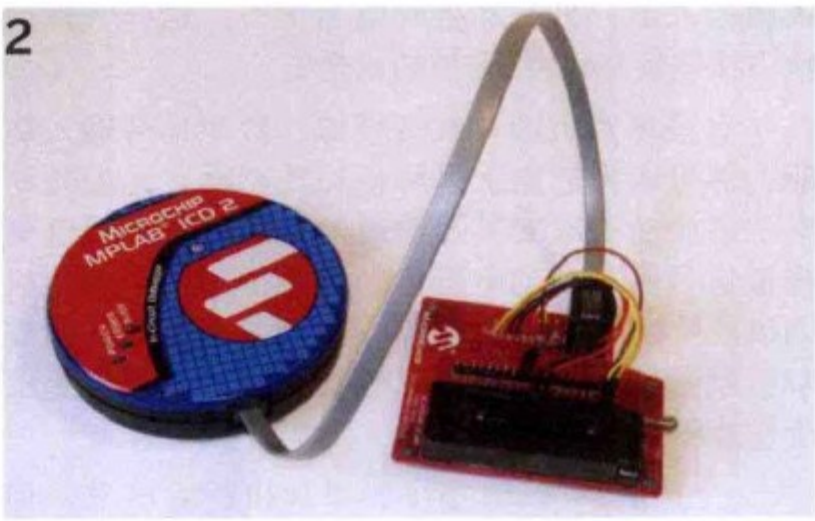
软件：

除了硬件之外，你还需要一整套软件开发工具。这包括你写代码用的文本编辑程序、一套编译软件、驱动你的硬件编程器的软件（通常买编程器时都自带）、微处理器的仿真和调试工具软件。

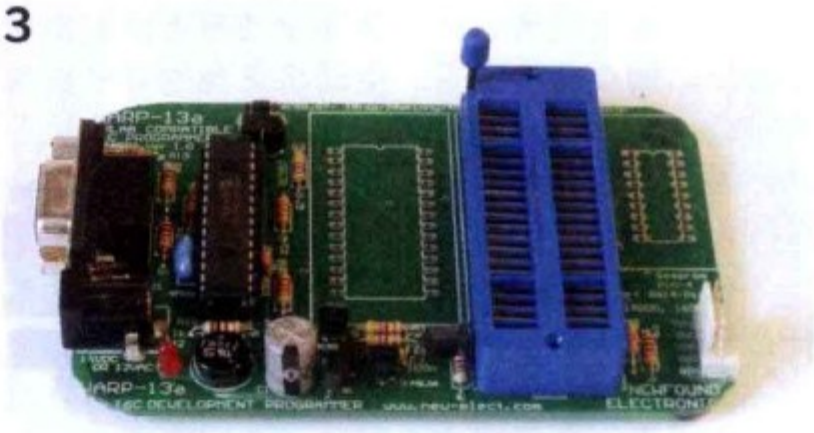
1



2



3



你可以从微芯公司或其他的开发试验室买到整套的集成开发环境（IDE）。我们用的是“质子”简化版，一套可免费试用的集成开发工具包，它的限制是你只能编写不超过50条BASIC指令代码——对于我们的闪灯程序来说已经足够了。

设计一个电路

首先你要考虑都需要什么样的输入输出电路：诸如开关、传感器、灯光、电动机等，然后确定供电系统。为了简单起见，我们的电路使用电池供电，但是采用带隔离保护的供电装置会更保险些。

接下来，确定采用什么型号的单片机芯片。芯片的有些IO引脚例如逻辑输入端只接收数字信号，5V表示1，0V表示0。这里通常的规则是电源是高电平，地是低电平。用一个按钮开关就能把逻辑输入端的信号从0变成1。比如，用一个电阻把逻辑输入端接地，再用一个按钮开关一端连接逻辑输入端，另一端接到电源正极。这样一来，按下按钮就是1，松开按钮就是0。

有些单片机芯片具备模拟、数字信号输入功能，你可以把它连上多种模拟传感器，比如转动电位器旋钮能改变其滑动端的电阻值，从而改变模拟信号输入端的电压值。如果把它接在单片机的模数转换器（ADC）上，通过读取分压值，微控制器就能判断出滑块触点的具体位置，从而给出旋钮旋转的角度数值。

一个LED可以直接接到单片机的输出端，但是像电动机之类的设备就需要更大的驱动电流。你可以把输出端通过一个缓冲驱动器连接到用大电流驱动的类似的设备。电动机之类的磁电设备通常会产生反向电动势，这会损坏你的单片机芯片。通过串联一个二极管就能克服这种反向冲击电压。

你需要查看单片机芯片的参考资料来了解什么类型的传感器能接到什么类型的端口上。像PIC12F675这类的单片机具备多功能数据端口，可以通过在程序中设置寄存器来定义引脚功能，从微芯公司网站上PIC12F675数据表中的寄存器表格中我们可以看到TRISIO寄存器能够定义某条引脚具体是输入还是输出。ANSEL寄存器定义了哪个引脚接通模数转换器。这些寄存器为8位，每1位对应1条引脚，若要连接一个简单的二值按钮到某条引脚，就把TRISO寄存器中的对应的位设置为1（输入），并把ANSEL寄存器中的对应位设为0（不连接）。若要连接一个LED，则把TRISIO设为0（输出）。若要读一个可调电位器的值，则把该引脚的TRISIO设为输入（1），并把ANSEL设为与模数转换器相连接。

编写代码

能找到许多BASIC语言编程的资料，但是这里只列出两段样例程序片段，比如：

按下接在GPIO.0引脚的按钮，点亮接在GPIO.1引脚上的LED：

```
if GPIO.0=1 then
  GPIO.1=1
else
  GPIO.1=0
endif
```

让LED点亮1 000个时钟周期：

当按下按钮时，主程序调用点灯子程序，点亮LED。然后调用灭灯子程序，设置条件循环，符合条件时熄灭LED：

```
startlight:
GPIO.1=1
counterVar=1 000
return
endlight:
counterVar=counterVar-1
if counterVar=0 then
  GPIO.1=0
endif
return
```

开源PIC编程

相对于微芯公司的集成开发系统运行于视窗操作系统而言，PIC开发系统并不是一定要在视窗操作系统下运行。我在苹果OS X操作系统上运行一套免费的UNIX工具软件，用一个USB转串口的转换器，就能把USB接口的编译器连接到计算机的串口上。以下是你所需要的软件：

Gputils：包含gpasm编译的软件包，它能够把编译好的汇编源代码转换成十六进制的机器语言传输进单片机的程序存储器。

Gpsim：PIC单片机仿真软件包，可以单步地执行目标代码，查看各种寄存器和数据端口状态，用作程序调试。

Picp：专门给PICSTART增强版和WARP-13硬件编译器用的软件包，来给单片机烧录十六进制代码。

Fink：是一个在苹果OS X操作系统上运行UNIX软件的仿真环境，可以让你安装和运行各种UNIX软件。

X11 for Mac OS X和Xcode Developer Tools(with X11 SDK)：可从苹果公司得到，让你能够安装Fink软件。

——米奇·斯科拉

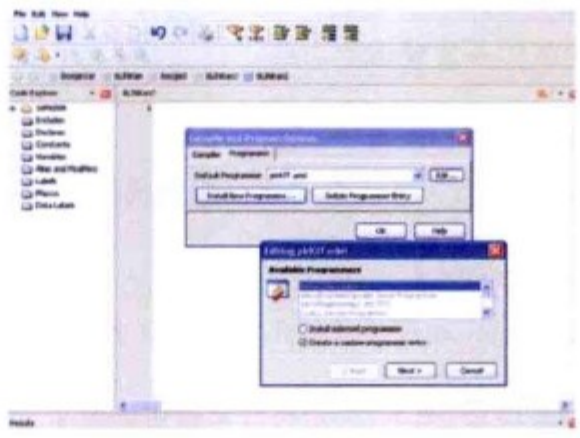
制作一个LED闪灯

这里介绍如何制作一个基于微控制器的LED闪灯。

开始

1. 安装搭建你的开发环境

安装IDE和PICkit 1的硬件和软件，调整IDE的设置使之能够找到编程源代码并且准备接受微控制芯片PIC12F675的控制。



调整IDE设置

2. 电路装配

在开始装配电路和编程之前，你可以到微芯（Microchip）公司的网站上仔细看看PIC12F675芯片的引脚功能定义。在这儿可以看到我们的电路图以及芯片的引脚定义。

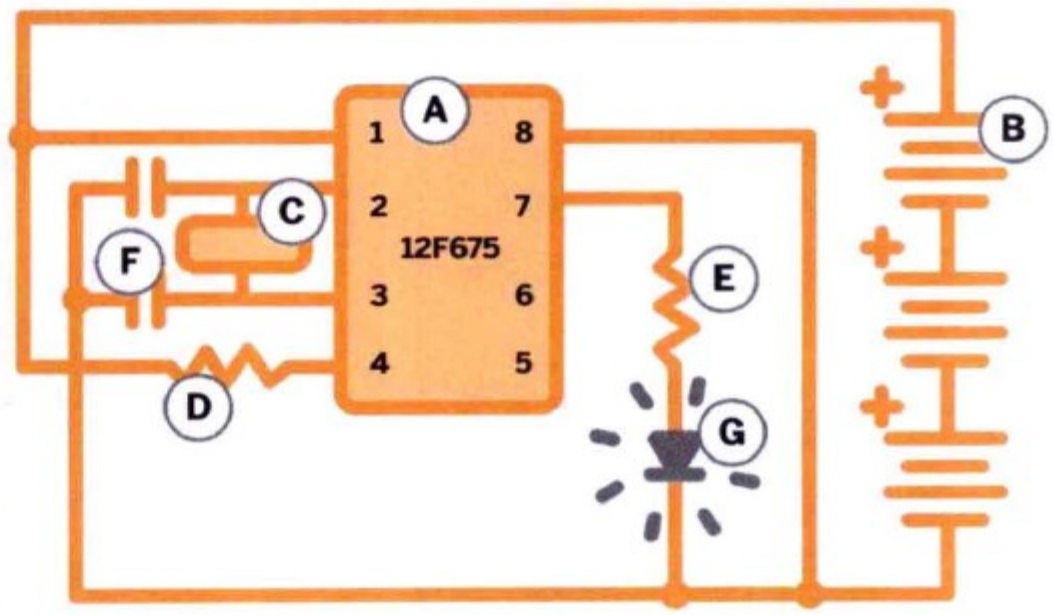


PIC 12F675 引脚定义

1. 电源正极
2. 时钟输入
3. 时钟输出
4. 清零（系统重启）
5. 多功能端/中断/计数
6. 多功能端/电压测量/时钟
7. 多功能端/数据端
8. 电源负极

我们的电路包含了微控制器、电源、时钟晶振、外围电路和输出LED几个部分。

电源由3节AA电池串联提供4.5V电压，这足够触发5V电压基准的“逻辑高电平”。一个10kΩ的上拉电阻给芯片第4脚提供所需的高电平，当这个引脚为低电平时，微控制器就会重启。两个电容（与晶振）构成了一个4kHz的振荡频率供给微控制器时钟周期，第7脚串联一个220Ω电阻后输出振荡电压到LED。



按照电路图用一块万能电路板把元器件和电路焊接好。

A：PIC 12F675
B：3节AA电池
C：4 kHz晶振
D：10 kΩ电阻
E：220 Ω电阻
F：22 pF电容
G：LED

3. 写入BASIC语言源代码

我们在“质子（Proton Lite）”开发工具的文本编辑窗口中编写程序代码。下面是附带程序功能注释的全部源代码。

```
Device = 12F675                 告诉编译器我们使用的是哪款单片机芯片
DelayMS 500                     为了系统完成启动，延时等待500ms
XTAL       = 4                  定义时钟频率
ALL_DIGITAL = True              关掉全部的AD转换器；这是因为有些引脚可以检测电平，
                                这里我们不需要这些功能

TRISIO = %00000000              向寄存器写入字节“%00000000”
"TRISIO"                        TRISIO决定了引脚是输入端还是输出端

GPIO = %00000000                这条指令设定所有I/O引脚均为输出，GPIO定义了输出
                                端的状态，现在所有输出端均定义为低电平

While 1 = 1                     循环条件是1等于1，所以这条指令实际上（为下面代码）
GPIO.0 = 1                      设置了一个无限循环嵌套
                                这里我们将GPIO的0比特位设置为1，于是GPIO的值
                                就变成了“%00000001”，第7脚输出高电平（+5V）点亮
DelayMS 500                     LED
  GPIO.0 = 0                    延时5s
  DelayMS 500                   设定第7脚为低电平，LED熄灭
Wend                            延时5s
End                             返回到“While”语句的循环头
                                程序结束标志
```

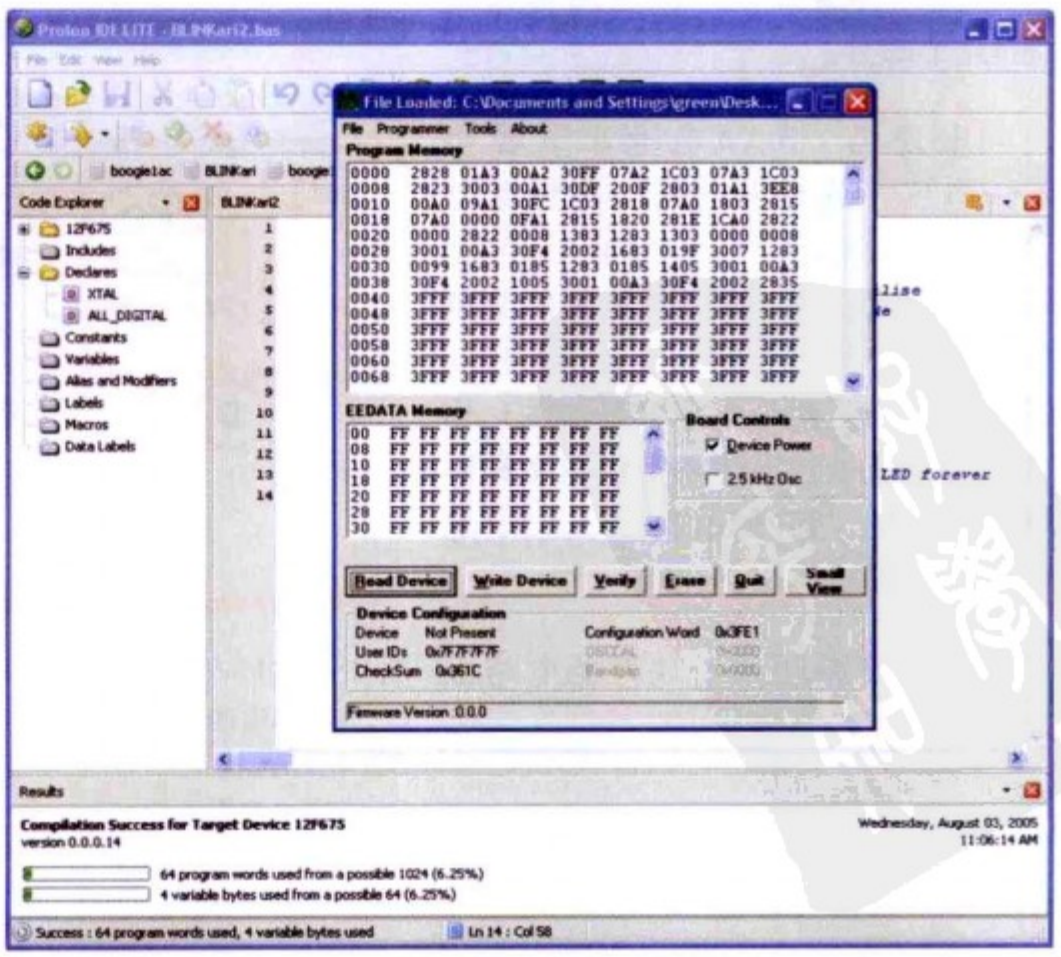


“质子”开发工具代码窗口。

4. 编译源代码

把上面的源代码（纯文本）保存到你的硬盘。然后双击Proton Lite（质子）软件的“Compile and Download（编译和下载）”按钮，将产生一个hex格式文件，并启动PICkit 1软件。

在PICkit 1软件的界面，点击“ImportHEX（导入汇编语言HEX）”选项，从与原始代码文件相同的文件夹里打开刚刚生成的hex文件，这个文件包含有微控制器的汇编代码。



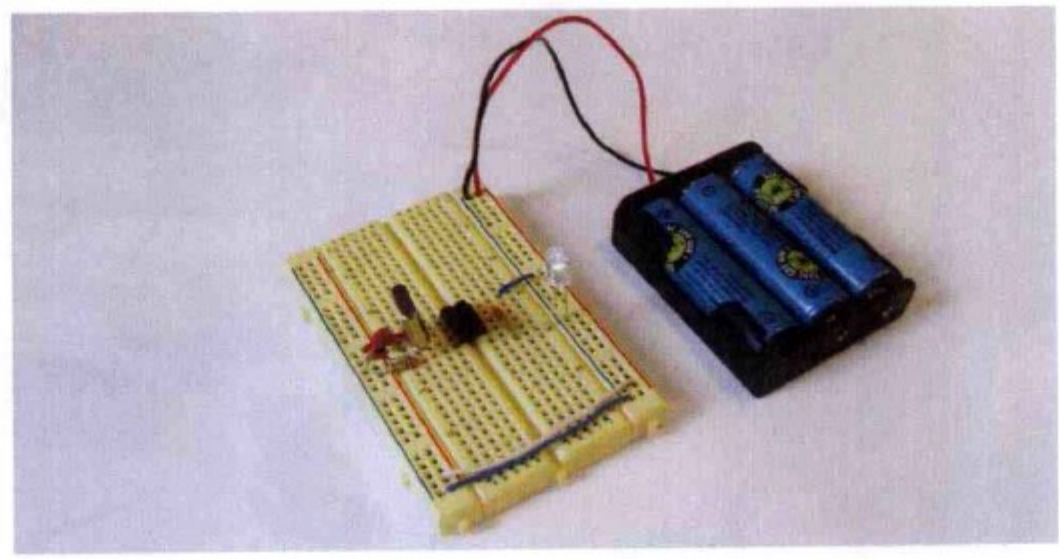
5. 把汇编代码烧进芯片中

把芯片插到PICkit 硬件编程器里，接着点击“Write Device（写芯片）”。就是如此简单，你的微控制器现在已经被编程了。

6. 搭建和测试你的目标电路

通常的做法是把电路搭建在一块面包板上，我们正是这样做的。

连接好目标电路，接上电源，剩下的就是享受你的杰作啦！

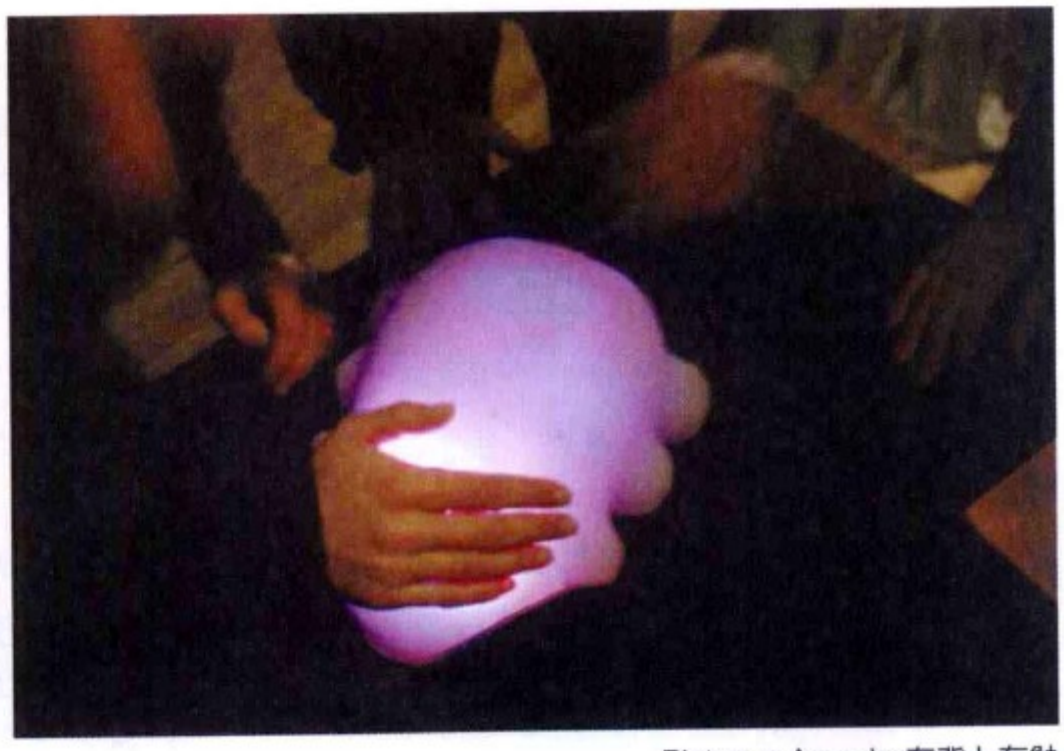


下一步

现在你可以在其他的输入输出设备上动动心思了。阻抗式传感器就挺有意思的，它们可以将光、压力和温度等信号转换成阻抗值的变化，当然你也可以搞搞诸如重力传感器、罗盘、加速度仪或者是测距仪什么的。

输出设备可以是蜂鸣器、小扬声器或是伺服电机操控的腿脚或方向盘等，还有能显示信息的LCD屏，又或是LED点阵组成的彩色显示屏。

你的单片机还能控制测距仪旋转着测量周围的环境，或者是向计算机传输数据，还可以装上传感器来开发出更多功能。我们已经用这样的微控制器做出了许多好玩的东西，也建议你多动脑筋开发。



Platypus Amoeba在背上有触摸传感器，能用声光来作出反应。

完成 X

Sparkle实验室（sparklelabs.com）是美国纽约市的一个产品开发公司。他们创建“高科技、高感受”的应用环境和产品，使用新科技创造软件和好玩的互动产品。



永远的Arduino

精美的蓝色微控制器“Arduino”和一群爱好者的故事。

丹尼尔·乔利夫

Arduino正在为全球人所熟知。它实际上一款开源的硬件，经过编程你可以使用它去测量温度、控制发动机以及检测接触点等，它是根据古意大利的一位国王而得名。多有意思啊！

Arduino是一款小巧的蓝色微控制器平台，恰好可以稳稳地放在你的手掌上。开发者群体支持它，并把它推广到24个国家、四个大洲，并且这个数字仍在增长。

Arduino理事会欢迎任何想运用智慧集腋成裘的人。毫无疑问，21世纪将是属于这些人进行设计和制作的时代。一旦编程完毕，它便可以读取感受器示数、做些简单的决定以及控制许多实际操作的设备。

它的使用方法非常简单：首先，把几只感应器和输出设备与Arduino相连，然后通过自由开发人的软件对它进行编程。下一步，调试你编写的代码并且断开Arduino。很快，这款小巧的蓝色Arduino就会成为一个独立的计算机。

设计Arduino的初衷是想看看如果公众的力量取代企业的力量会发生些什么，这在电子业的发展中是经常需要的。首批开发人员（马西莫·班西、大卫·康铁雷斯、大卫·梅利斯以及尼古拉斯·赞伯蒂）经营着一系列组装Arduino的工作室，而把权力交由理事会去负责推广发展。

几年前，这个项目就使这样一种理念广为

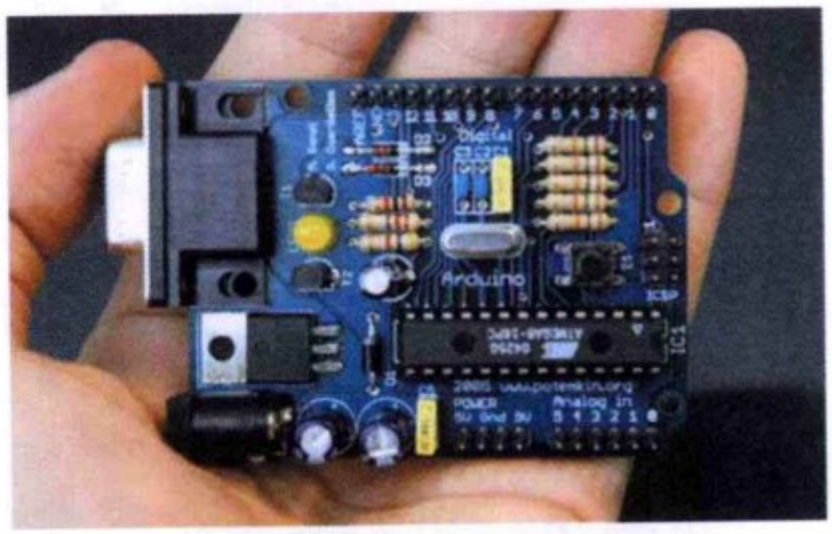
传播：电子设计不一定很孤独、复杂或过程很痛苦，如果在设计过程中你能帮上一点小忙的话，也根本不会花费太多成本。厦门大学的王任同学说：“Arduino是开放和友好的。制作一个很棒的机器人一直是我的梦想，而Arduino则让我梦想成真。”他使用Arduino来控制一个叫“眼睛”的机器人。

今天，已有大量使用同种代码、提供技术指导及论坛的网站，论坛为Arduino的开发人员进行沟通提供了一个良好的接洽点。虽然最初的开发人员仍然在为此工作，但这个项目已经逐渐变成一个独立的成果，因为新成员们接受了“电子设计可以是群体成果”的这种观点。

现在，伊夫雷亚一位友好的意大利生产商仍然在提供低成本的Arduino，他从Arduino问世就非常愿意支持这款产品。在欧洲，它的价格是20欧元；SparkFun（sparkfun.com）是一位美国分销商并以30美元的价格销售Arduino的USB版本。既然这个项目是开源的，对于那些想亲自制作Arduino的人来说，所有的计划、代码以及指导说明书等都在网上可以免费得到。

当人们问他下一步将做些什么，康铁雷斯说：“为孩子们生产Arduino！我们已经开始评估在马德里中学的科技课堂里使用Arduino的价值。你能否想象每年有一百万个孩子基于这款开源的硬件平台在制作电子实验？这将会非常壮观！”

欲体验该壮观感受并成为一名分销商，请登录arduino.cc。

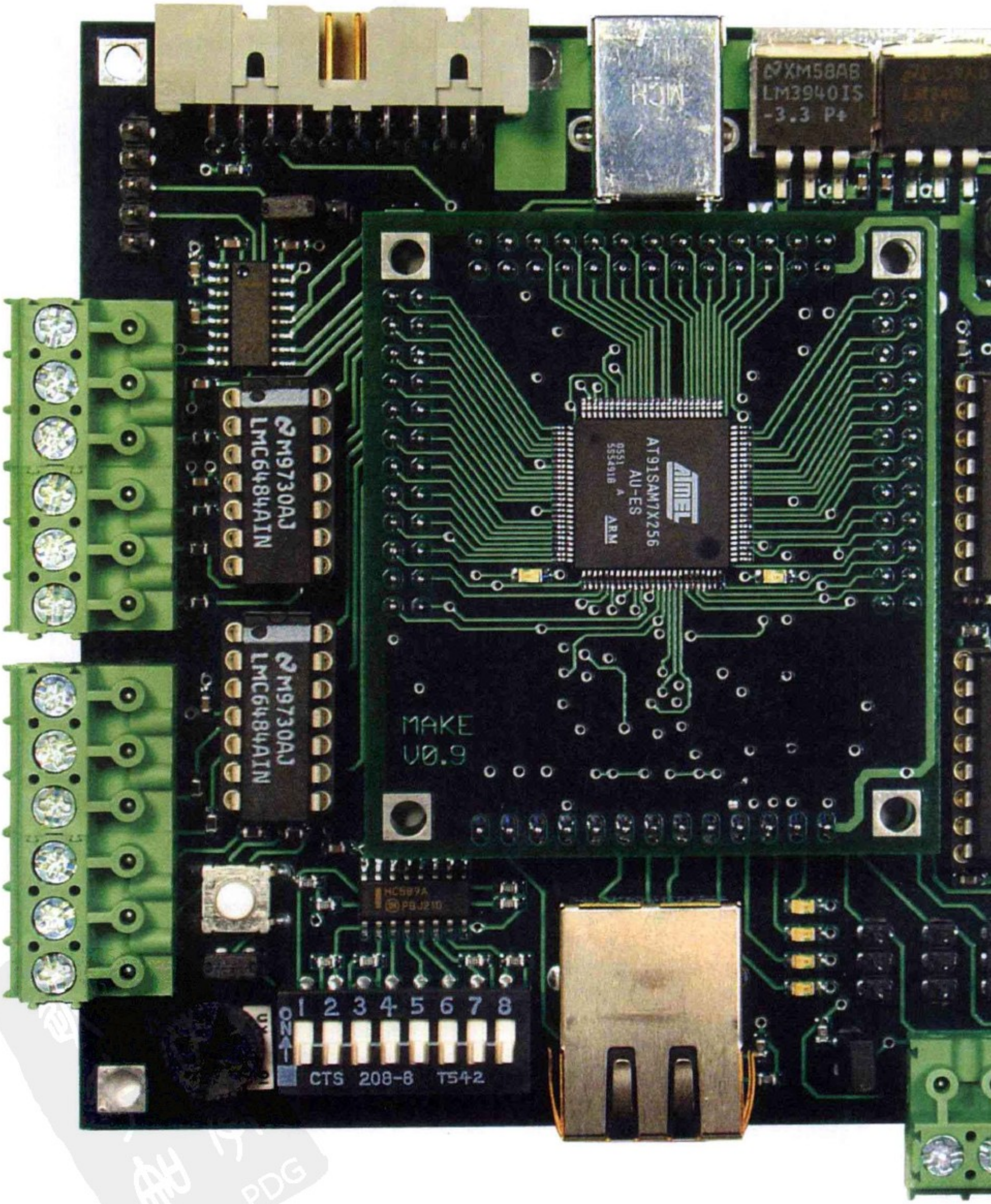


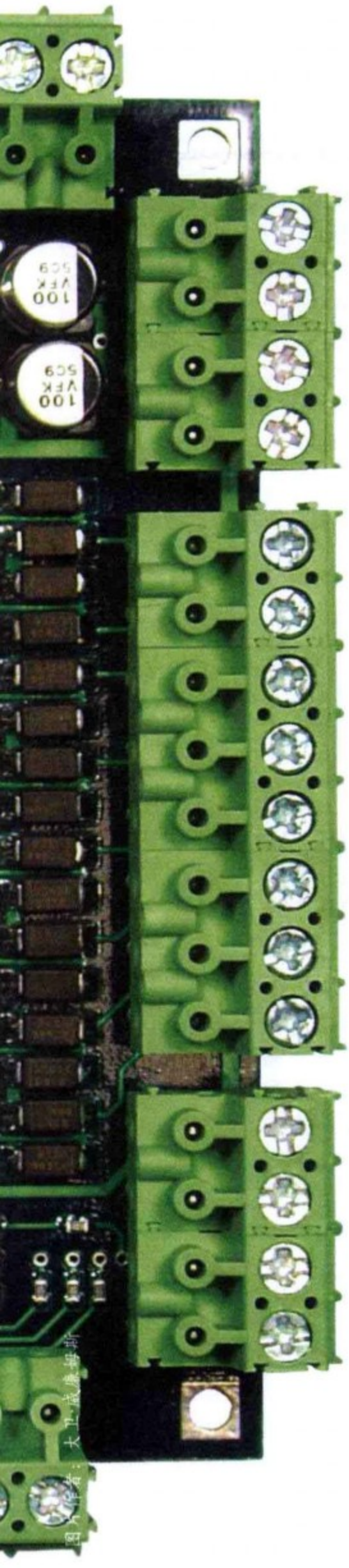
第78页图：位于瑞士马尔默市大学的Arduino组装工作室。
上图：“眼睛”是中国厦门大学的王仁基于Arduino设计和制作的一个小机器人。
下图：一只手就可以握住的Arduino。

摄影：康铁雷斯（工作室）、王任、尼古拉斯·赞伯蒂

丹尼尔·乔利夫是“自由的一分钟”设计者，这是一款匿名的演讲项目。

制作


XM58AB
LM3940IS
-3.3 P+
M9730AJ
LMC6484AIN
M9730AJ
LMC6484AIN
AT91SAM7X256
AU-ES
ARM
MAKE
V0.9
1 2 3 4 5 6 7 8
ON
CTS 208-8 T542



“制作”控制器

正式推出几乎革命性的微控制器满足所有的DIY需求。

大卫·威廉姆斯 利亚姆·斯特卡乌斯基

曾几何时，微控制器芯片和软件工具是如此的特别以至于一般人根本用不了。

从Basic Stamp套件到Wiring和Arduino板，现在生产商与开源组织提供了更简单的编程微控制器的方法，使得工程世界与兴趣爱好者、DIY人士、艺术家与学生之间交互成为可能。

但是即便是最新的提供类似内建网络功能的32位芯片，编程一个芯片和设计一个电路对圈外人士仍然是一个很大的障碍。

DIY微控制器界需要的所有元素包括：一个用户友好的开源平台并能完成所有的工作，支持上千个项目，新手老手都能使用。

开源硬件

让普通人能用到强大的技术本身总是一件让人兴奋的事情。现在在微控制器领域就在发生着这样的事情。在很多行业起革命性作用之后（需要行业级别的开发预算），现在这些万能芯片变得越来越易于编程，并易于使用免费或开源的软件工具。

我们都意识到，如果有一种通用的控制器套件作为免费与开放的开发环境，“制作”人们将能发挥提供这个套件无限可能性。这样一个智能的模块将使得不同的工程与多页的复杂指令变成“将这些部件连到控制板上，上载这个代码。哈，你完成了一个厨房用的新设备”。而这样的平台还会启发更多的资深“制作”人来开发并共享他们的原创项目。更理想的情况是，这样一个控制套件足够引人注目，从而吸引到一个健康发展着的开发人员社区的注意，这样这个套件就能不断得到回馈并能自行成长。

基本原理

从起点开始，这个就应该是一个开放的项目。我们由类似产品的经验以及从我们的客户那里（MakingThings自1998年以来一直生产并销售各种各样的控制板）得知，如果没有可变的硬件和软件，实验者和改装者的创造性将会受到极大的限制。而这些人恰恰是我们的客户群。我们会公开所有的原理图并鼓励对硬件进行改动和改进。软件开发环境为了便于开发也必须是免费且易于获取的。通过支持多平台、免费与开放的工具，我们做出了一个开放的硬件平台。这样不同的多个组织将能支持，协助发展并享受这个平台。为了能够让更多的人参与其中，我们还需要这个套件相对便宜，最后我们将成本控制在150美元以下。

为了同时支持新手与老手，我们决定设计两个板子。控制板本身包含微控制器，再加上基本的电路和外设。这个控制板可以插进一个大应用板来与真实世界的电子设备如传感器和驱动器进行接口。应用板的用户可以直接插上一个步进电机或是空气动力阀，而不需要设计电路并用芯片开始来驱动这些设备。我们设计了一个通用的应用板并集成了控制和通信功能，以后还会加入其他不同的功能（如CMOS相机与音频输入输出等）。

由于有两个板子，新手可以用应用板来做实验，不用太担心将板子搞坏。而高手们则可以用应用板或者将控制板插入应用板内来实现自己的设计。

我们决定采用更新更快的芯片来做出一个新一代的控制板。

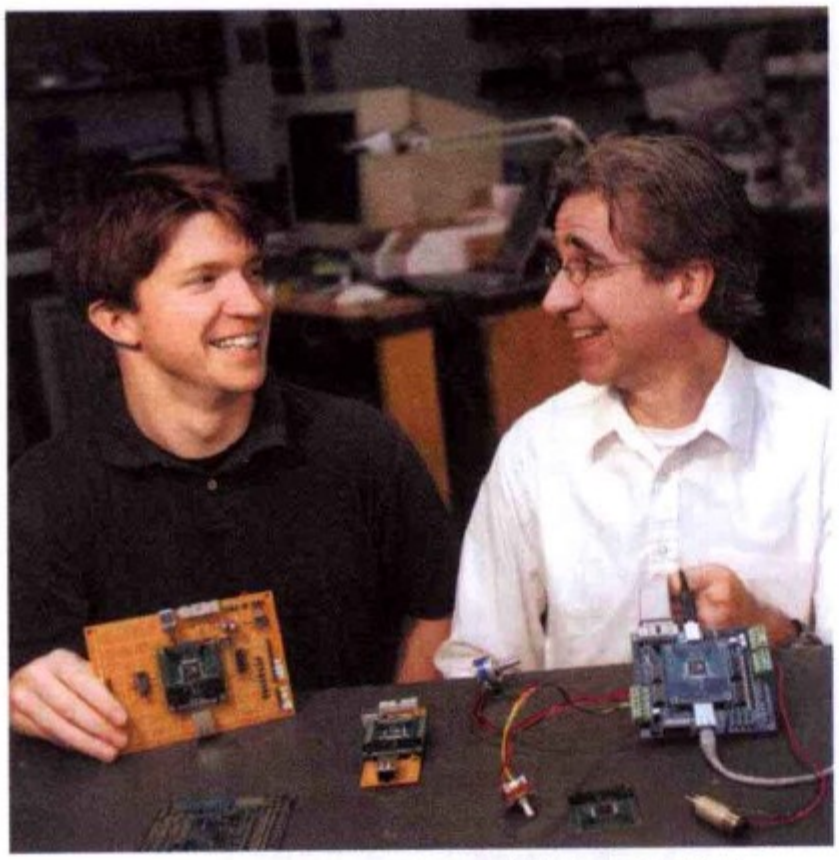
对最有经验的编程者来说，直接控制微处理器是最好的。我们板子上所有的东西都是可以控制的。他们可以去读700页厚的处理器手册，深挖芯片的结构，选择或开发自己的软件与驱动，并对板卡操作的各个方面都加以完全的控制。

新手们也有得选择。应用板上有开关可以选择与控制预先装在控制板上有用且有趣的软件。这样套件本身拿出包装无需编程就已经是可以使用并可以配置的了。玩遍开关之后，新手的下一步就可以下载不同的代码并用USB传到板子上去了。

选择微控制器

首要且最重要的任务是选择微控制器。市场上针对大部分爱好者、艺术家或是DIY人士的微控制器是8位的，而内部支持8位和16位的操作。我们之前的所有“制作”控制器也都是8位的，包括我们自己的产品Wiring和Arduino板。

最近出现了32位的微控制器，其中有一些比8位机要快上数十倍，并拥有大很多的片上内存与多样的片上资源。他们除了运行简单的



利亚姆和大卫与最终版MAKE控制板套件以及几个原型。

控制任务外，还能自如地运行多任务并通过桥芯片和网络与外界通信。这些微控制器的缺点是要贵上一些（大约9美元而不是7美元或者更少）而且需要消耗更多的电力。

我们决定使用更新更快的芯片来做一个真正下一代的控制板。由于Philips、STMicroelectronics、TexasInstrumentsI以及Atmel都有32位的产品，我们需要从中选取一个。我们开了几天的会，后来还从美国旧金山到波士顿去，过了紧张的一天，最后我们有了足够的信息并选择了Atmel AT91SAM7X256，这个芯片也被称为SAM7X。这是一个全新的芯片，拥有一系列炫目的以往兴趣爱好者只能想象的功能。除了已经让人兴奋的基本数据（32位55MHz的ARM核，256KB的闪存以及32KB的RAM），这个元件还有网络接口能力，有一个USB接口以及一个CAN接口（CAN是控制地区网络Controller Area Network，是一种简单灵活的二线协议，最先开发出来是用在汽车领域中的），几个串口以及其他的资源。这些使得这个芯片成为市场上最多能的微控制器。

SAM7X的以太网口开启了一整块的可能应用。比如，它能够作为一个网页服务器或者Telnet服务器，或者自己从以太网中获取数据。它的USB接口可以让它和计算机进行接口，并把一些计算负荷较重的任务交给计算机。通过这两个口任意一个，你都可以用一台计算机进行特殊的处理而同时连着微控制器与其他的地方交换信息。

最后，由于SAM7X推出产生的轰动，很多软件厂商的开发环境以及其他的工具都支持这个芯片，结果是我们开始之前就已经有了很强的软件支持。

选择开发环境

我们做的下一件事情是确认开发SAM7X所需的一系列免费工具已经存在。幸运的是GNU的超级开源编译器gcc支持绝大多数的ARM控制器。虽然在本文写就的时候，gcc提供给ARM的调试环境还是有限的，但是gcc每次升级都会更加强大而且效率更高。

还有一些昂贵的专业工具也支持SAM7X并使用gcc，包括Rowley和Cross Works for ARM。这意味着你可以使用高端的开发环境或者开源的工具来开发“制作”控制器。

设计硬件

到现在为止，最困难的部分就是设计硬件。下面列举了我们遵循的步骤：

1.决定基本功能。每块板卡将包括哪些东西？我们做过的决定中的一个例子是把所有的以太网支持（除了连接器本身）都放在控制板而不是应用板上，这样所有的用户都能用到这个功能。

2.决定微控制器各引脚的功能。SAM7X有100个引脚，但是考虑到这个芯片的复杂功能之后也显得不是很多。生产商通过选择用户模式与属性来设置页面以得到更多的功能。因此分配各引脚的功能就变成了一个巨大的逻辑拼图。

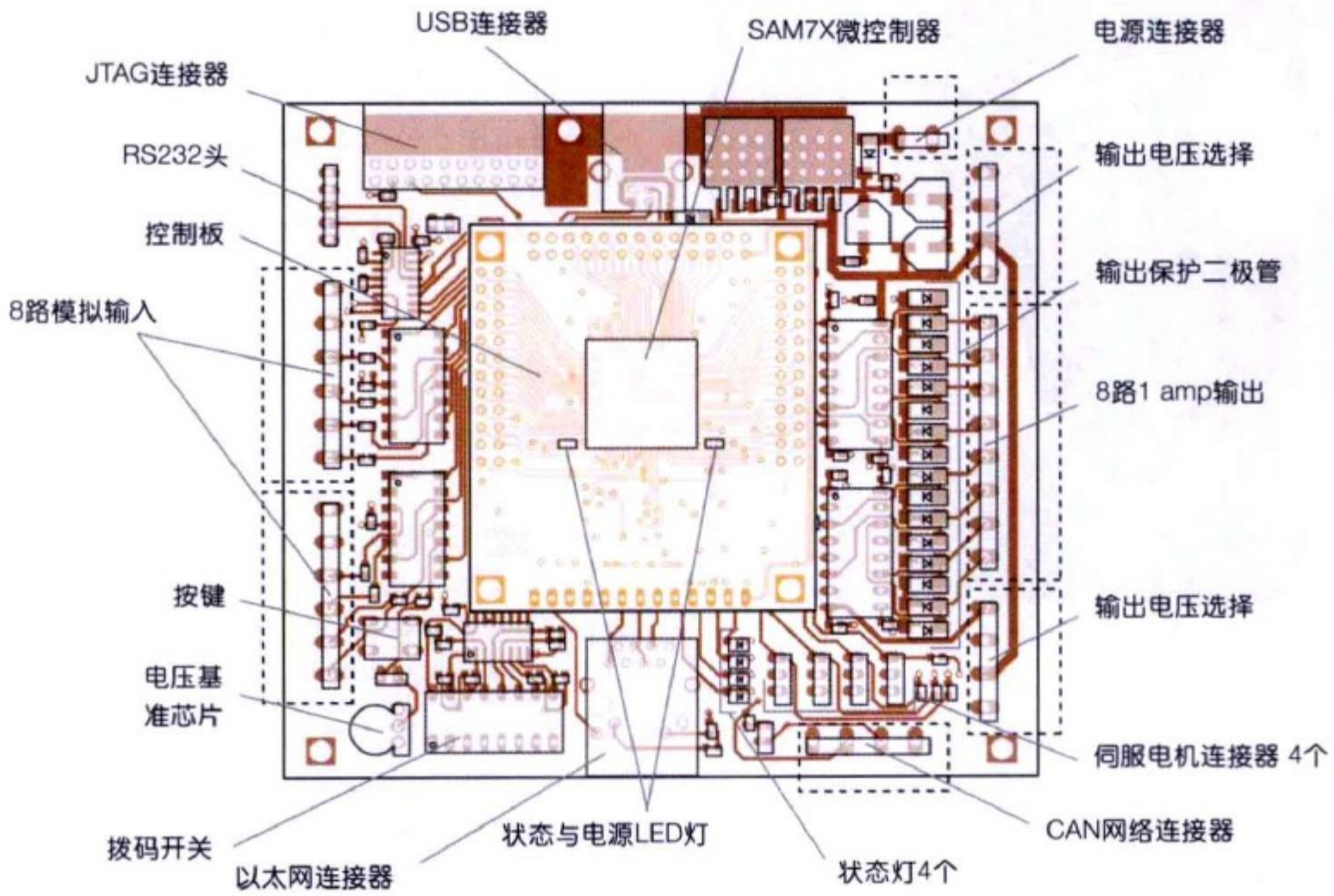
3.计算电源需求。那些元件需要什么样的电源，板子上的最高电压是什么？

摄影：苏珊·威廉姆斯

MAKE控制器套件：控制板以及应用板的板面布局

能插进应用板的控制板布线

虚线的连接器可分离的



4.画原理图。根据元件厂商的注解和通常的设计实践来将所有的元件连起来。

5.为所有的元件选择封装格式。我们更希望采用表贴元件（SMT），因为表贴元件更小，价格更便宜，尽管手焊表贴元件很难焊好，但真正组装时表贴元件更加方便。

6.将原理图映射到PCB板。每根线连着两个点，不能重叠，线间距也不能太小。地和电源可以走四层板的内层，这样走线方便而且有利于减少电气噪声的相互干扰。

7.检查再检查所有的东西。

8.生成Gerber图。PCB光板是依照gerber图来做的。绝大多数的PCB布线软件都可以导出gerber图。

9.将Gerber文件发给某个电路板光板生产厂商。控制板上的线和SAM7X本身的焊点之间都是非常接近的。对于一个这么精细的设计，很多简陋的小厂送回来的板子总是会有短路存在的。

10 组装电路板。将所有用到的元件买到并将其和电路板一起送到电路板生产厂商。

11.测试。我们拿到第一块板子的时候，发现复杂的以太网部分有错误。要解决这些问题需要真正焊接上的歪招。

12 庆祝。设计新电路板是一个紧张的过程，设计失败意味着浪费钱而且自信心将会受挫。最后板子工作起来以后，所有人都放下心来。

绘图：利亚斯·斯特卡乌斯基

设计软件环境

对微控制器直接编程的困难之一就是必须为设备的独有内部工作机制写程序。这意味着我们需要整理代码结构来允许其他的函数运行，意味着解码神秘的头文件以及按bit操作复杂的外设。这些我们一个也不想干。

为了让我们的用户（也包括我们自己）解放出来，我们完成了一系列的多层次的代码用来更抽象地访问板上的资源。开发人员可以直接在工程文件中包含这些文件，而不需要去理解每个设备的方方面面，就能调用封装了很多的繁杂的硬件设置的简单函数。比如说，一个简单的调用AdcInit()函数初始化SAM7X的模拟-数字转换器。这个过程要是没有这个调用就需要写很多很多的代码。

另一个对裸微控制器编程的困难之处是必须要明晰地管理所有的控制传递，并在各个任务之间共用处理器。这个问题的解决办法是使用一个实时操作系统（RTOS）。RTOS内部使用了复杂的机制，可以同时运行多个功能并严格控制时序。有了RTOS后，应用编程就变得更快更简单也更加优雅。

RTOS以往都很贵，而且在8位机上运行RTOS会为了RTOS系统本身消耗太多的资源。还好我们有一个免费RTOS叫FreeRTOS.org，可以在SAM7X上运行。当与LwIP（译者注：lightweight IP协议栈，以代码量小，支持全面而在嵌入式领域声名赫赫）这个提供网络连接能力的小代码库连接起来后，我们就有了能连接网络的完整的RTOS了。

结论与展望

我们对“制作”控制器套件很满意。这绝对是一个让人用起来很高兴的套件，而且与实际的设备相连也非常简单。我们期待着加入更多的功能，也期待看到其他人在这个套件上面的想法与工作。

可能的项目

不久的未来“制作”控制器可能被用于。



调酒器

定时控制的阀和电动调酒棒可以从不同的倒置瓶子中取得定量的不同饮料加以混合。



植物看护电子人

利用光传感器和电机控制器将植物定位到最佳的生长位置，还可使用湿度传感器来触发阀门保证充分的灌溉。



胶枪3D成像

三轴的步进电机和触发控制可以通过一层一层的热熔胶来建立做出稳定的3D形体。



自动宠物喂食机

远程通过网页为基础的接口或者定时程序利用电机给宠物喂食。当宠物站在特殊的位置时取消喂食。



液体温度控制器

通过热反馈回路将液体保持在一个特定的温度范围内，用于酿造、水族馆、糖果制作、照片冲印等。



全球的传感器网络

大规模的调查系统从数以百计的节点连到同一台服务器来注册传感器。而该服务器用于发布传感器传来的信息。

给自己装备一个“制作”控制器套件

本套件现在在makezine.com/controller上有卖。你也可以在这个网址学到更多相关知识，包括完整的原理图。

大卫·威廉姆斯非常喜欢机器与智能软件之间的连接，他也为软件、电子以及机械工程设计制作了专业的工具。利亚姆·斯特卡乌斯基从工程师和音乐家的视角开发了传感器驱动的硬件软件系统。

家用电子

Propeller（螺旋桨）芯片

格雷斯使用BASIC STAMP语言的芯片给微控制器领域带来的加速。

戴尔·多尔蒂

帕拉莱克斯公司（Parallax）的领头人齐普·格雷斯是真正的自学成才，这也意味者他不得不自寻出路。在第一代个人计算机上自学编程20年后，这位Propeller微控制器的创造者，谈起他亮丽的十几岁时仍然是充满着激情与惊异："有了互联网后，很容易找到遍地都有的学习工具去学习任何东西。在过去，仅仅少部分人对晦涩的东西感兴趣。现在好了，他们把这些东西放到网上分享给大家，其他人也能触及到了。"

他最近在研究语音合成课题："我计划用两年时间来进行深入研究，可以说我已经站在语音合成器领域的前沿了。"他沿着过去走的那条到达今天成就的特殊道路前进，并竭尽全力前进着。他表达的信息细节表明这条路就是打开他冒险的未来之路的钥匙。

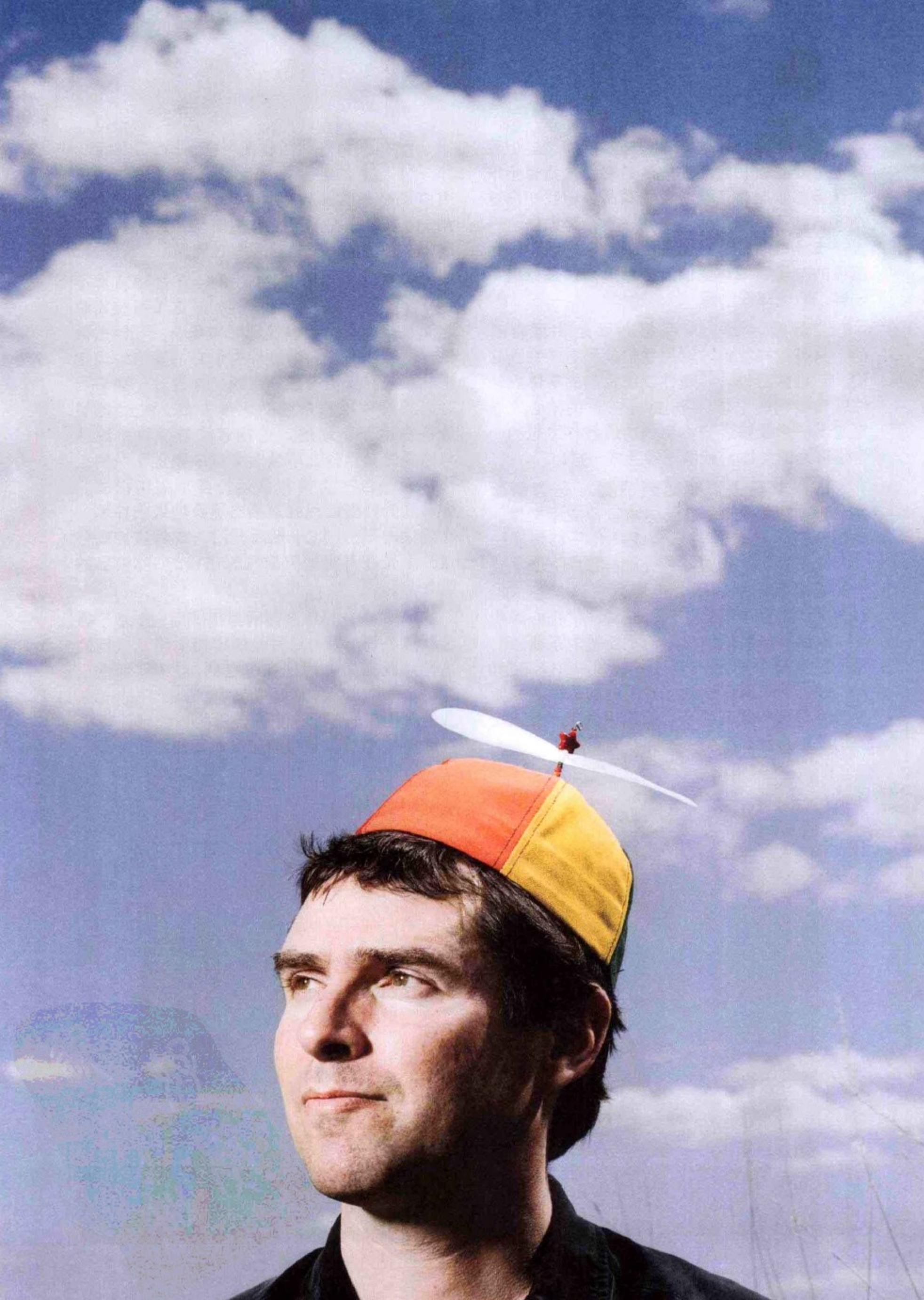
他介绍说，语音合成的关键是怎么复现发音中起共振作用的元音音节，当我们说"food"或"Bath"时，长音中的"呜"和"啊"在人体头骨的腔中形成共振。如果他能用软件复现元音共振的语音，复现出来的语音将会更加接近人们的话音。"我在高中时用示波器可以看到声音的波形，但是语音是一个频域现象，用时域波形不可能看得清楚。"因此他相信成功的关键是要编一个程序来看到更详细的语音模式："如果你能精确地看到语音，你就会知道怎么来重现它。"

我一直在阅读一些数字化音频共振方面的资料，很多人都在谈论数字化音频共振，但是还没有人能解释清楚它们是怎么工作的，我也找不到一个解决方案。最终，我突然发现了使用坐标旋转的CORDIC计算机[CORDIC是坐标旋转数字计算机（Coordinate Rotation Digital Computer）的缩写]，这是20世纪50年代出现的非常简单有趣的计算机。

他指着计算机屏幕上没有注释的程序代码说："我意识到CORDIC旋转算法可以用来设计共振器。只需要提供矢量（增加x值和y值）输入值并旋转输出值，然后重复、重复再重复，当在谐振频率旋转时，带宽内的任何能量在旋转时都具有导致从原点（0,0）开始的距离增加的效果，这个方法对复现元音至关重要。

他看到我更糊涂了，又补充说："你可以给那个共振器施加一个激励，就像是一个铃

摄影：罗宾·托米



铛，敲一下就叮铃响，看起来虽然简单，但我可能需要花很长时间去搞清楚它。”我也不很确认是否听明白了他所说的东西，但我明白这个家伙脑子里有一个点子并一直在努力往前一步一步地推动，最终会进展到一定的地步。他工作的电子领域对我们大多数人来说都像天书一样，而他却很了解。

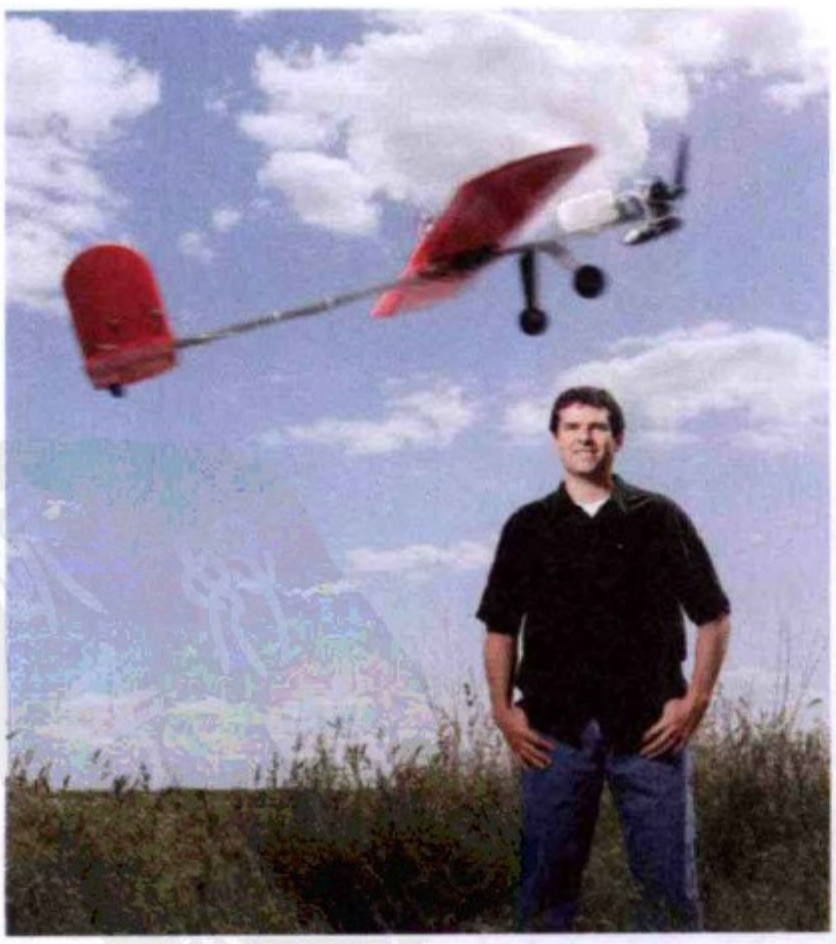
“最终，每个东西都必须是物理存在的，只有这样我们才能用我们的器官感知到它们，”格雷斯说，“硬件就像我们的身体而软件就像我们的思想，Propeller芯片的核心理念是造出一个能够运行你想创造的各种思想的一个强有力的身体，就像语音合成一样。”

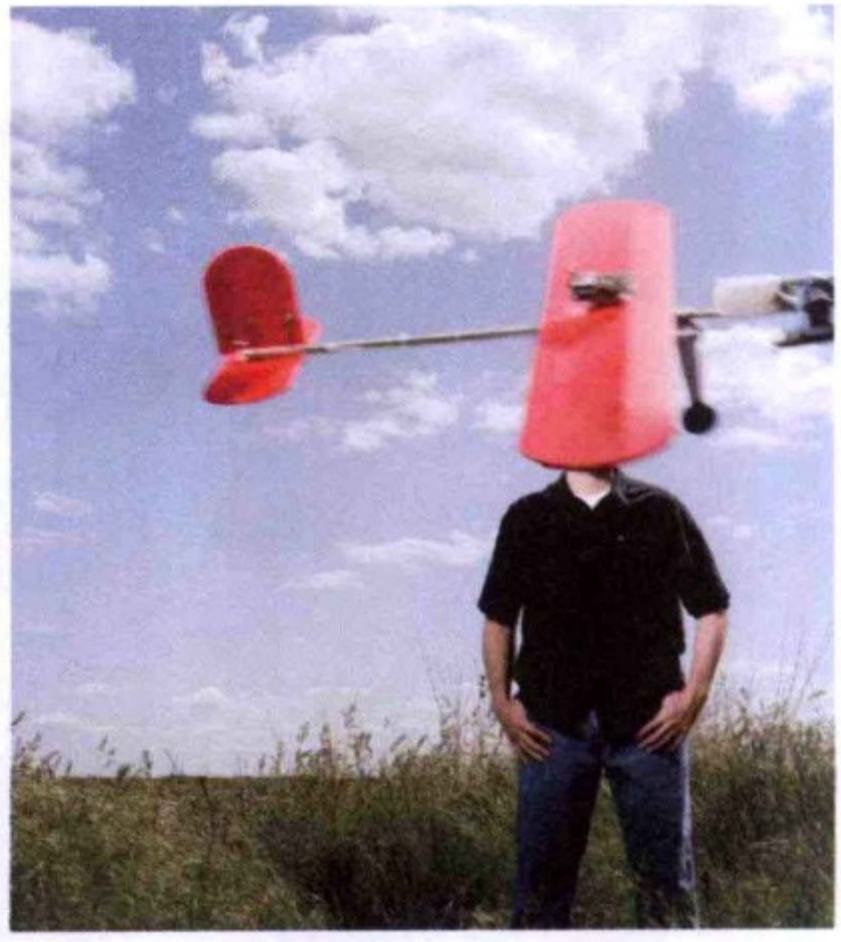
格雷斯马上需要达到的目标是为新版Propeller芯片写一个高级的语音合成库文件。他解释说，已有的语音合成“几乎都需要一个专门芯片”。通过在Propeller芯片上增加软件的语音合成功能后，他可以使这个芯片能够用于产生原声唱腔。他补充说：“核心思想是可以让制作者们做出以前不能做的东西。”帕拉莱克斯公司从一开始就提供一个与PC和Windows不同的基于嵌入式平台的软件，用于业余爱好者和教育项目，更不用说供专业人士使用了。为什么不能用PC呢？

格雷斯认为和使用基于BASIC Stamp的控制器相比，PC在大多数的应用中还是非常昂贵的。然而，他说：“由于Windows似乎在需要工作的时候常常大喘气，因此PC最大的问题还是可靠性问题。”

BASICStamp语言和Propeller芯片语言都不是一个操作系统，为什么呢？“这个系统如此之简单，你写的代码就是操作系统。”他把微处理器当作一个只会做你告诉它的事情的确定系统；若在板上有操作系统，你设计一些东西时必须顺着操作系统的思维去做。PC处理事务是靠中断驱动的，这就意味着操作系统认为需要做其他什么事情时可以中断正在做的工作；而一台PC上常常会运行多个应用程序。嵌入式的典型应用就是相当漂亮地做一件事，比如读一张射频IC卡然后开门，或者监控或存储一个正在升空的气象气球搭载的GPS输出的信息。

BASIC Stamp控制器的里程碑是一个基于微芯科技公司8位PIC单片机的定制电路，运行的是帕拉莱克斯公司现在著名的BASIC解释性语言以及一个高级编程开发环境。BASIC Stamp家族的其他型号基于Scenix公司的SX处理器，具有更多I/O引脚、更快的速度或其他增强特征。





> “Propeller芯片的核心思想是造出一个能够运行你想创造的各种思想的一个强有力的身体，从而让制作者们可以做出以前不能做的东西。”

新版Propeller芯片被叫做轮齿（cogs），具有8个32位处理器，每个芯片既能共享存储空间又能够独立地处理信息。Propeller芯片是格雷斯自己设计的彻底定制化集成电路，使用了全新的开发环境和编程语言[名叫“纺锤（Spin）”]。他开辟的是一条全新的道路，并且已经让他的客户信服地跟随着他一起前进了。

在帕拉莱克斯公司的用户论坛上（forums.parallax.com），一位用户认为新的帕拉莱克斯芯片未经测试和证明，他只会考虑把它用到业余制作的项目上。格雷斯回答到：“我知道帕拉莱克斯的Propeller芯片非常牢靠，因为是经我亲自设计、调试、改进和测试的，唯一的另外一位参与者是布线工程师。我花了8年时间做这个芯片，布线工程师也花了2年时间。在帕拉莱克斯的设计和测试中的方方面面上我都投入了大量的心血，并且我承诺这个过程中没有任何折中。”

正如格雷斯所领会的那样，他总是走在他的客户前面。自他学会编程开始，他就知道他所做的一些事情其他人都会认为有价值。“我过去如果认为某件事可能是很棒的我就会去做，并且随后就能把它卖给人们。”

现在的帕拉莱克斯公司雇佣了40名员工，但没有一位是销售人员，大多数都在距加州首府萨克拉曼多半小时车程的洛克林的工业园区上班。格雷斯骄傲地说：“我们没有任何员工会打电话给任何客户去劝他们买任何东西。”

格雷斯的事业在他高中时开始于他的卧室，那时他为Commodore 64计算机开发了一款用于磁盘复制的软件。1982年，年仅17岁的他就靠软件版税赚了13万美元，然后就为苹果II计算机设计开发工具，他沉迷于编程以至于几乎完不成高中的学业。为了让母亲高兴，他尝试着读了一年大学，但是很快就退学了。

后来发生了一些事情，他又放弃了自己的事业。今天，他把那时放弃的原因称之为“不舒服”，这是吉米·卡特用来描述美国1979年出现的信任危机的一个词汇。格雷斯说他那时喜欢编程的一个原因是想买一些很酷的东西，那时他花钱买了立体声音响、小汽车、遥控玩具、视频游戏机以及类似的东西。

即使在19岁时他仍然和父母住在一起，他拥有他想要的任何东西，但是他发现没有什么事情能使他感到幸福。他自己的冒险游戏达到了最高峰，他不再在乎任何成功，于是游戏结束了。

他回忆说：“我们从小受的教育就是做任何事都是为了钱，成功等于金钱。”格雷斯也迷糊了，花了好长时间才把他喜欢做的工作和他获得的回报分开。“金钱不是目标，我喜欢的是我正在做的事情和做的过程，”他说，“让我感到幸福的是学习和创造。”

因此他回来和他的朋友兰斯·华利一起在他们合住的公寓里面创建了帕拉莱克斯公司。最初是为英特尔的8051单片机编写开发工具，一个全功能单芯片计算机，因为这个芯片包括CPU、RAM、ROM和板载I/O接口（最早的IBM个人计算机母板的心脏芯片8086就只是一个CPU）。为什么是8051呢？“我认为用8051为单系统芯片设计开发系统会很简洁。”

1993年，他开发了BASIC Stamp产品。“这些小小的微控制器非常有趣，我很喜欢它们。问题是你必须完成所有的奇怪的设置才能进行编程。我很疑惑：是否能做一个可以用高级语言编程的像微控制器一样便宜的小计算机呢？”

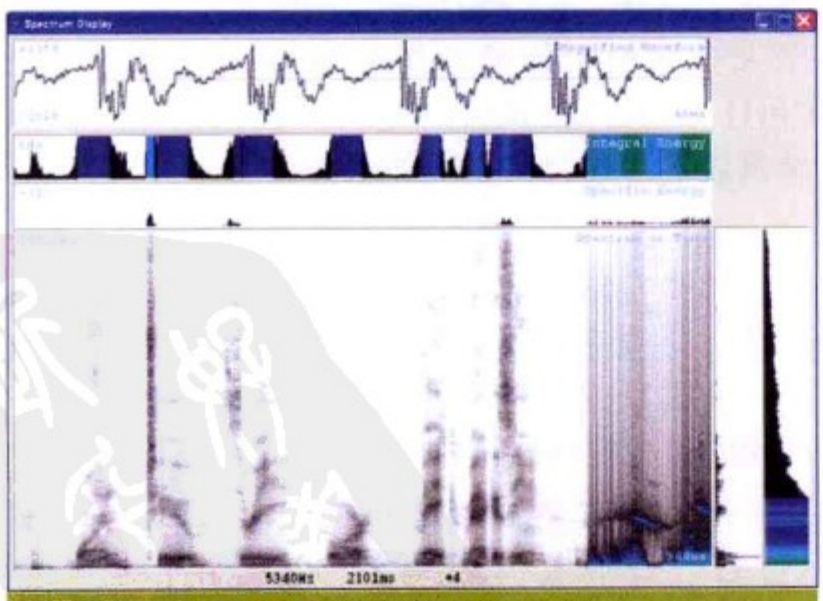
他发现了微芯技术公司的PIC芯片，一个8位微处理器家族的一员，主要用在微软的PS2鼠标上；另外一个是串行接口的小型8脚EEPROM（电可擦除/编程只读存储器）。他

> “金钱不是目标，我喜欢我正在做的事情和做事的过程，”他说，“让我感到幸福的是学习和创造。”

意识到他能够开发一个BASIC解释程序并能把程序应用到微芯技术公司的PIC单片机上。用EEPROM来存储用户代码，PIC单片机运行时从EEPROM把程序读出并运行。另外，他还开发了一个带高级编译器的基于PC机的开发工具。“你在PC机上写代码，开发工具进行编译后可以一键式下载到单片机上并开始运行。”

这就是BASIC Stamp产品线的本质，是帕拉莱克斯公司的面包和黄油，这个产品使其他人能更方便地在微控制器上编程。几年来，格雷斯和华利每天都能有20个之多的订单，他们在自己的公寓里面组装电路板和套件。“那时我们工作真的很努力。”格雷斯回忆说。现在的帕拉莱克斯公司已经拥有了自动组装电路板的设备。

华利和格雷斯在1996年分道扬镳。随着公司开始变大，齐普的弟弟在1997年进入公司帮忙管理日常运作。我有点疑惑名叫“肯”的弟弟为什么会跟着哥哥干，因为他完成了大学学业，被看作是家里面的希望。“我父母有很长一段时间都认为在我身上已经看不到希望了，”齐普回忆道，“现在他们则认为我们哥俩都是好样的。”



激励共振器：格雷斯的频谱分析程序显示的是“1 2 3 4 爱上制作杂志书”朗读以及口哨声的频谱波形。

肯的大学专业是环境研究，他在公司承担了一部分技术方面的工作同时还负责处理公司的日常运作。“他对技术的热情不如我那样狂热，但是他总是能学会他需要知道的那些知识。”肯是一个多重身份的经理，负责处理各种活动以及和客户打交道，而齐普是异乎寻常地关注于开发。跟随着他们的父亲（切克在大多数的时间到公司工作）帕拉莱克斯公司发展成为了一个令人满意的家族企业。

打造Propeller芯片的决定不只是由格雷斯在芯片设计方面的兴趣导致的（他指出了书架上的《CMOS大规模集成电路原理》一书，他说这本书教给了他需要知道的所有东西）。他感觉大型的芯片制造商都不愿意实践新的思想，他还觉得芯片制造商在相互关系上有太多的控制。“我们不得不设计自己的硅片。”他说不得不走自己的路。

在格雷斯办公室的一面墙上，挂着一张整面墙那么大的Propeller芯片的原理图，他给我简单解释了一下各个功能区块，看起来各个部分他都非常清楚。“Propeller有8个强大的处理器和一个共享存储器。任何一个处理器都可以用来合成语音、产生VGA信号和键盘或鼠标通信或者把某种信号数字化。”

格雷斯并不是第一个把多个处理器放到一个芯片的人。然而，以前的方案使用多核时都采用的是并行处理方式：用户的挑战在于要搞清楚怎么把一个程序分为多个并行运行的部分。“Propeller并不是像那样使用多核处理器，”格雷斯挑战地说道，“你只需要让每一个处理器做不同的事。”

Propeller芯片的主要目的是允许多核处理器相互之间没有中断地同时运行。对于新的语音合成库文件，这就意味着每一个处理器都可

从草图开始的硅片

关于Propeller芯片 乔·格兰德



乔·格兰德是本书英文版技术顾问团的成员。他一直和帕拉莱克斯公司有着紧密的合作并一直关注着Propeller芯片的开发过程。

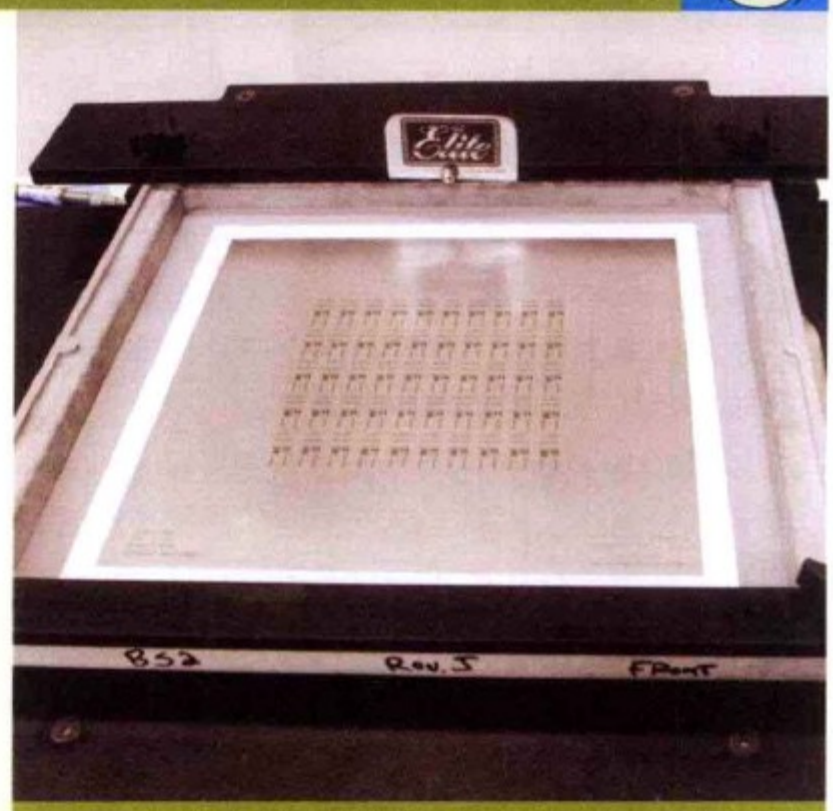
当今世界上绝大多数的产品都是基于现有技术、参考设计或芯片组进行设计的，而齐普·格雷斯设计Propeller芯片是在这种环境下少有的一次漂亮尝试，他是完全从零开始设计Propeller芯片（parallax.com/propeller）。

甚至Propeller芯片的基础理论：有多个“轮齿”处理器、每一个都在给定的时间“片段”运行并共享共有的存储空间等，这是非常独特的，与现存的微处理器技术不同。

我记得几年前拜访帕拉莱克斯公司时，齐普用FPGA开发系统第一次调通了把图像输送到电视机的程序。他把FPGA开发系统当作是最终设计在硅片上流片前进行模拟测试的工具。

他兴奋地给我展示了他编写的代码，为了在一个屏幕上显示多个商标，他在接下来的几个小时里不停地尝试修改不同的代码。他空前的激情极具感染力，我知道他正向做一个大事的目标前进，为了更早看见他的劳动果实，我参加了Propeller芯片预售发布版本的培训。

即使在Propeller芯片发布后，BASIC Stamp系列产品在业余制作者和网络电子社区里面仍然很流行，我自己也并没有看到老的产品消失的迹象。这使齐普非常沮丧，因为他想让每一个人都转到



冠军诞生地：帕拉莱克斯公司在经典的Basic Stamp II上使用的贴片元件焊工具

Propeller芯片上来，而这两个产品线好像吸引的是不同的用户（至少现在是这样的）。

一方面，用Stamps来实现简单和低价的任务非常容易，我绝对喜欢用他们来快速地实现样机，而不愿意花精力去搞定开发环境非常复杂的微处理器。另一方面，我从来没有见到过像Propeller芯片一样独特和有趣的产品，即使在非常短的时间里，“纺锤”代码的爱好者们就已经写出了数量惊人的代码。

以独立地处理一个语音信号。“我已经增加了颤音，”格雷斯说，“使用Propeller芯片后，你可以合成像合唱一样用8个声音唱歌。”几个月后，他给我寄了一个用他的软件代码产生的叫做“Propeller”的音乐样品，你可以访问makezine.com/10/propeller去收听。格雷斯用了好多年去开发Propeller芯片，他的道路并不是一帆风顺的。在开发过程中遇到了很多障碍，需要新设备、新的投入以及生产制造方面的新知识，花的时间比肯期望的更长。或许是回忆起了齐普在19岁时出现中年危机之前干得漂亮的事情，那时候肯许诺：如果齐普能够按时完成Propeller的设计，就给他买一套高保真音响爱好者梦寐以求的非常高端的音响设备。

接着我们就顺便进了摆放这套音响设备的另外一个房间，坐下来聆听一张爵士乐唱片。“用这套系统你可以听到非常多的音乐细节。”格雷斯高兴地说着，就像是小孩带着朋友来听他收集的音乐一样高兴。

格雷斯在这天早些时候指出过一件事：“如果你有一种想掌握什么东西的感觉，即使这个东西还不成熟，需要花很长的时间朝这个目标努力，这个努力将帮助你最终实现你设立的目标。”这个表述也是他和帕拉莱克斯公司对他们的产品的期望那样：帮助其他人找到自己的路。

戴尔·多尔蒂是本书英文版的编辑和发行人。

机房

我们建造了自己的实验室，这个实验室提供给我们开发芯片所需要的“手”和“眼睛”。我们买的微型FIB（聚焦离子束）机(见右图)可以让我们完成芯片的显微外科手术。可以用它来排除故障并可以完成试验性质的更改，就像是用在芯片内部亚微米布线的割线刀、电烙铁和焊锡丝。

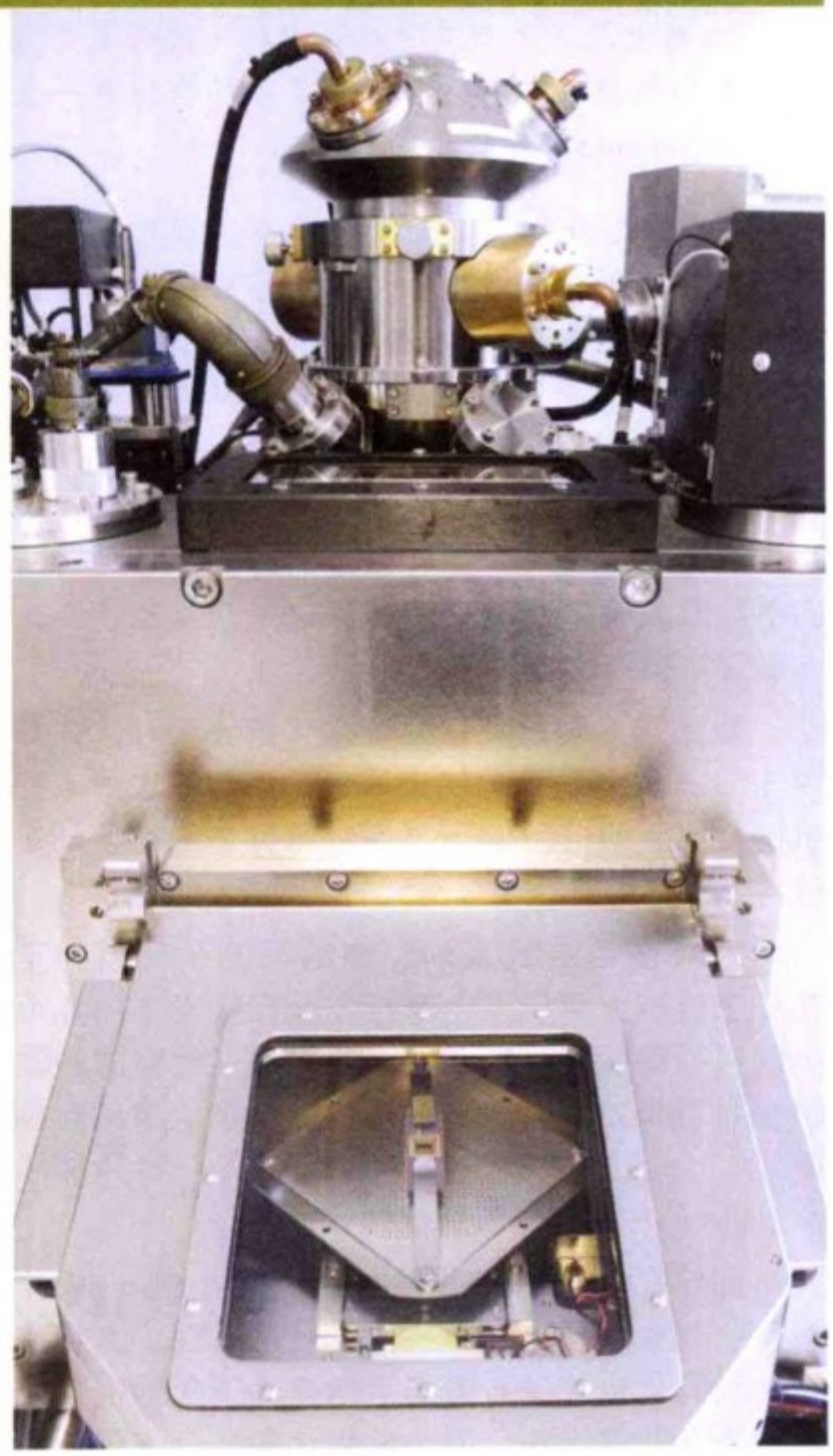
我们购买的另外一个大家伙是Schlumberger电子束探测器。本质上是一个电子扫描显微镜。用它来测量芯片在全速运行时内部引线的电压，可以认为这是一个“7 GHz、无负载、带10 nm尖端的探针和无接触测量的示波器。”

这些机器在技术上和游戏《星际争霸》里面的一样先进，可以给我们提供发现和修复芯片问题的各种工具。

我们花了原价的0.5%买到了这些二手设备，在这些设备上真正的投入是花了6个月来让它运行并学会怎么使用它们。

现在，我们甚至都可以自己完成这些机器的维护。做维护工作看起来有点微不足道，甚至对这些机器来说有点冒险，但是对于我们打造出完美的推进者硅片设计来说却是无价的。

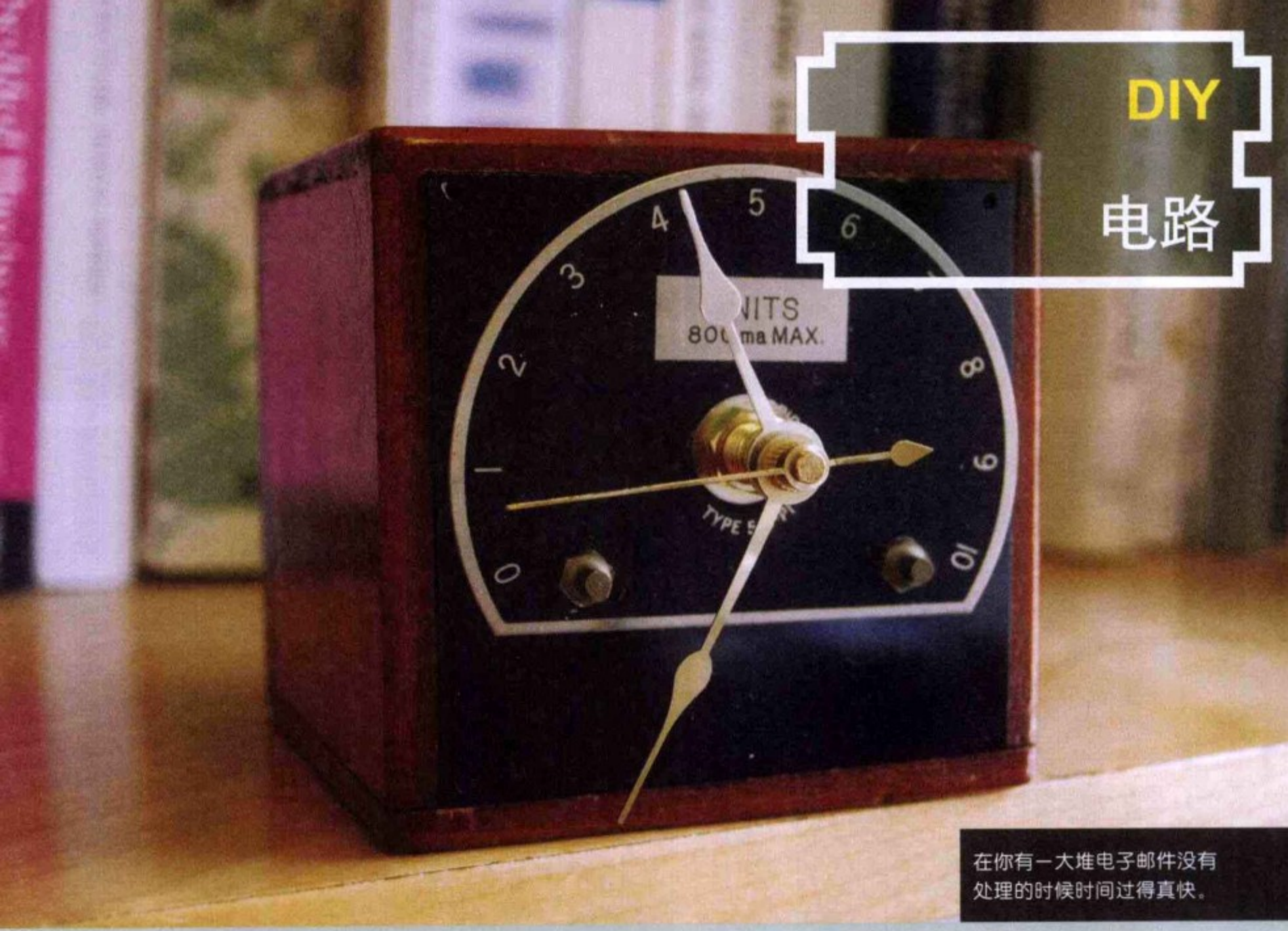
——齐普·格雷斯



涡轮增压泵沙拉： 齐普给我们讲述了这个背景故事：“图片上是一个坏掉了的涡轮增压分子泵（涡轮增压分子泵用于将制作芯片的真空环境中游离的分子抽出），有45磅重，其中安装在转速高达40 000转每分钟的陶瓷轴承上的增压叶片重达10磅。这个轴承在一个周末的运行中发生了严重的磨损，并且只转了几转后就卡死了，直接导致了“涡轮增压机沙拉”。因为这个突然的卡死产生的巨大动能导致所有安装在圆弧面上的螺栓（9/16英寸不锈钢螺栓）都松动并弯曲了10°。轴承异响或轴承过热都意味着磨损严重，我们发现这种情况都会送去维修。修一个这种泵要花1 500美元，买1个修过的泵要花4 000美元，而买1个新泵要超过20 000美元。因此，我们的策略通常是维修。当出现了上述的“沙拉”后，我们就只能买一个修过的增压泵。



摄影：戴尔·多尔蒂



在你有一大堆电子邮件没有处理的时候时间过得真快。

该是处理电子邮件的时候了

用“时钟”来监控收件箱里未读邮件的数量。

汤姆·伊戈

我对电子邮件深感忧虑。每收到一封邮件就意味着我的生命又将失去1分钟，我却还是必须常常去查一下邮件。有鉴于此，我决定自己做一个查询未读邮件的小东西来体现我的忧虑。我一直很喜欢装发条的东西，因此我把这个东西做成了一个时钟的样子。新邮件每多一封，钟的指针就会无情地向前走一点。

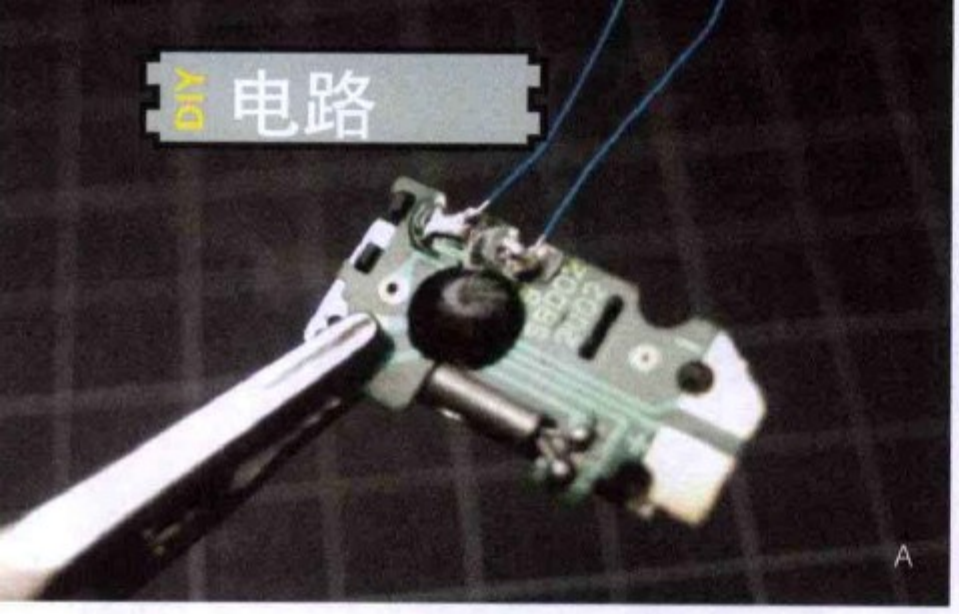
我想到的基本设计是这样：这个时钟将由一个微处理器控制，而微处理器与以太网相连，并调用程序查询邮件账户。查询程序会返回一个值，代表未读邮件的大小，对应未读邮件的每1KB时钟就向前走1小格。就是这么简单。

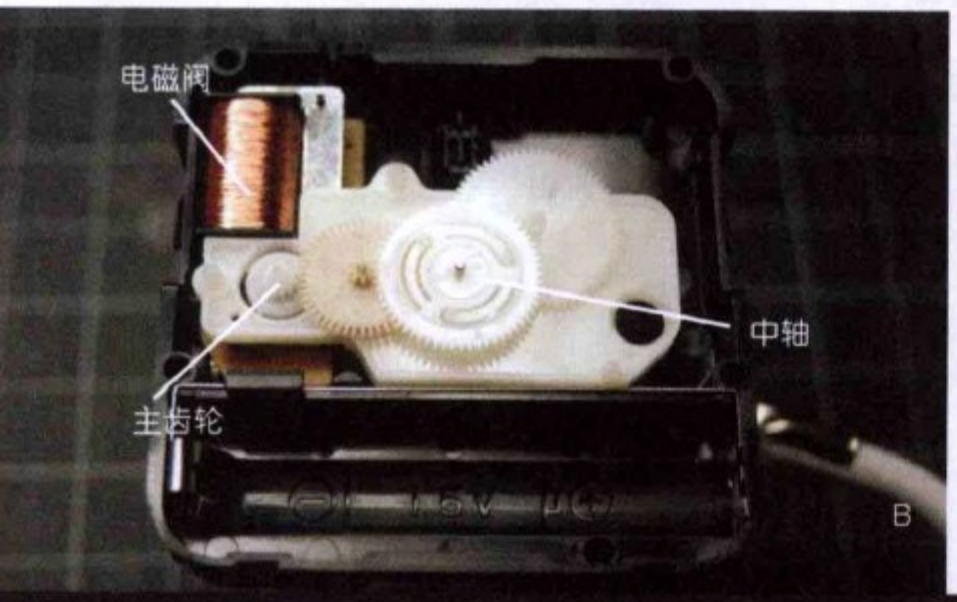
自己要做这么一个东西，需要知道怎样对微处理器进行编程，还得懂一点基本的网络编程。想了解微处理器编程，可以看看我的书《物理运算：用计算机来感知并控制物理世界》。对于网页编程，我是拿Perl语言写了一个CGI（Common Gateway Interface公共网关接口）脚本，大家也可以用PHP、Python、Ruby或者其他语言来写这个CGI脚本。

开始制作

我首先去寻找一个驱动时钟的最简单的方法。小心地将时钟拆开后，我检查了一下里面

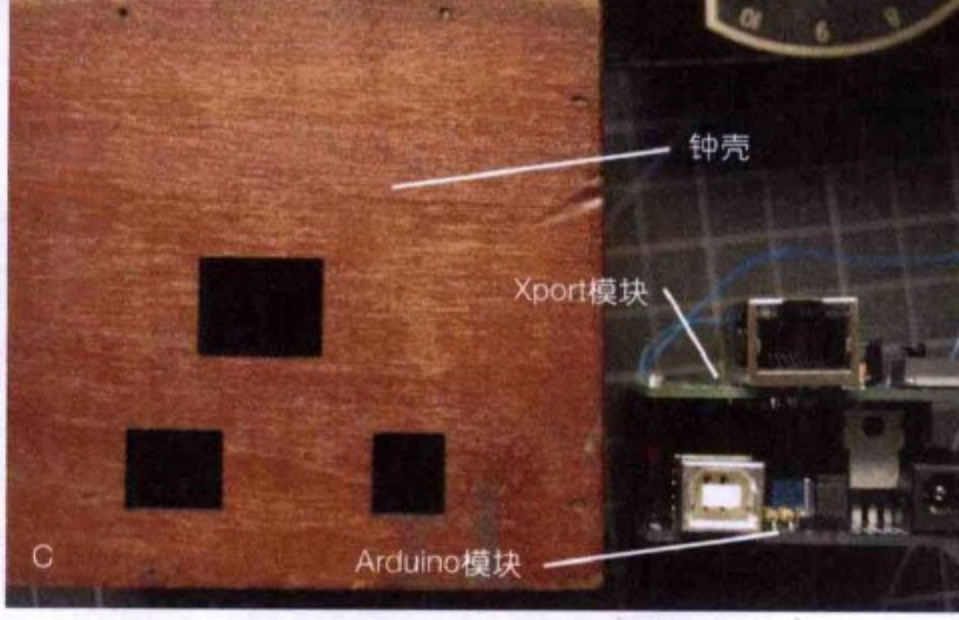
摄影：汤姆·伊戈

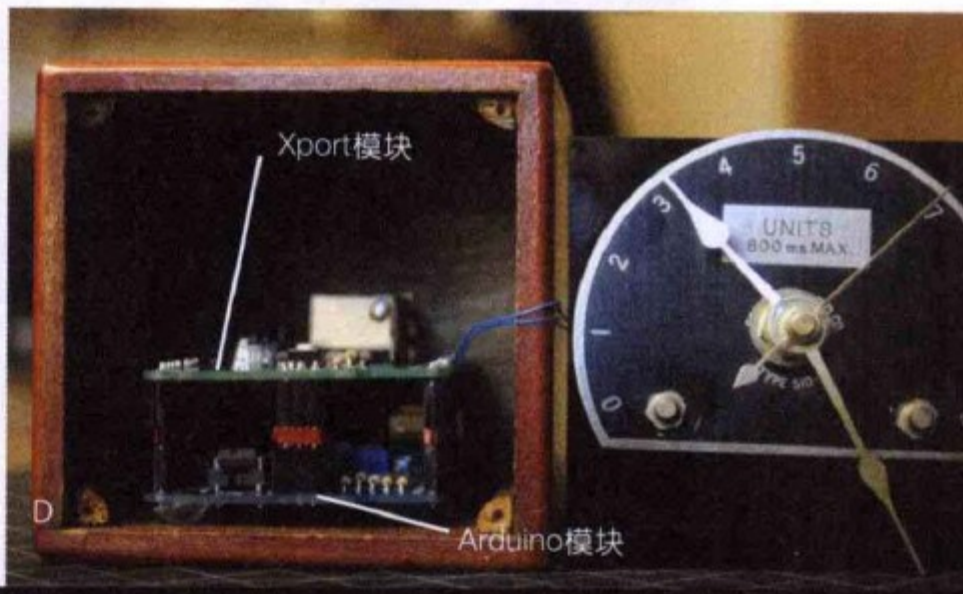




图A：电磁阀触点上焊着线。注意中间封着的未知芯片和下方的晶体。

图B：基本的石英钟的工作方式。





图C：邮件钟后视图，可以看到钟壳上钻出的以太网出口，电源出口，还有用来给Arduino控制板编程的USB-B。

图D：把钟壳前面板去掉之后的时钟前视图。

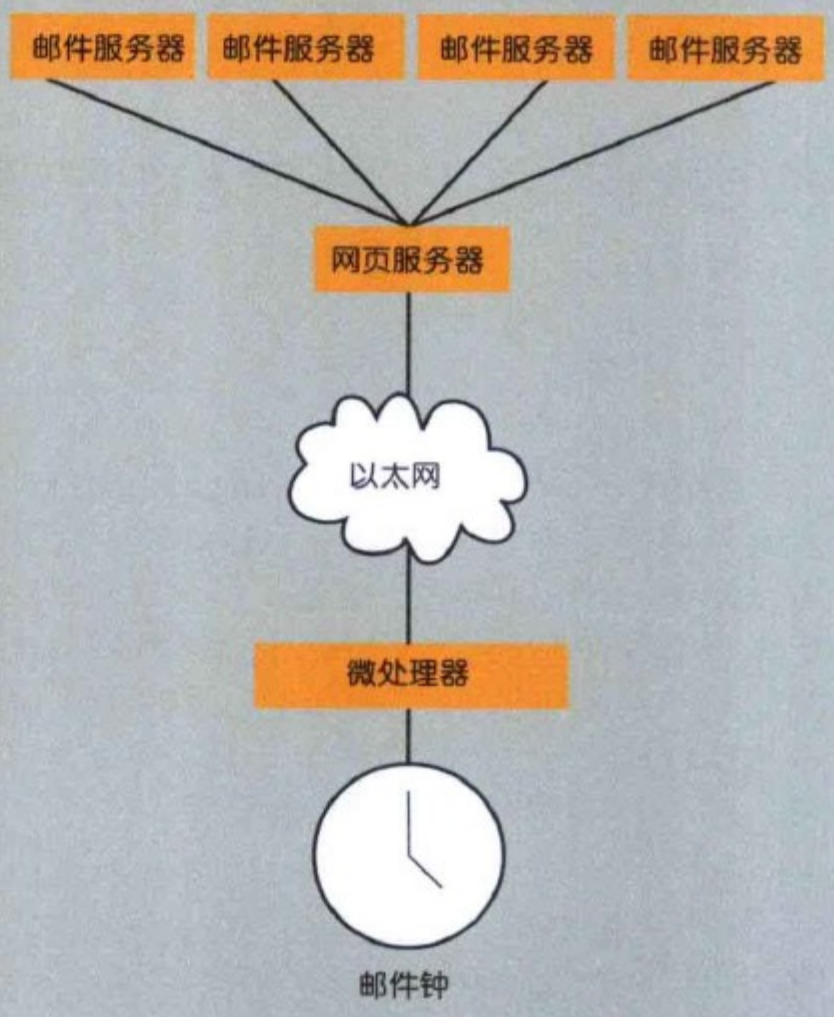
材料：

我挑选来做邮件钟的基本材料包括：

微处理器： 我用的是Arduino模块（arduino.berlios.de）。这个模块是一个基于Atmel ATMega8微处理器的开发板，上面也提供了输入输出口。Arduino的编程语言和开发环境和另一个简单模块Wiring一样，区别在于Wiring是基于ATMega128。我选的是Arduino，因为最后肯定会自己去做电路板，而ATMega8比ATMega128要好焊很多。

串口以太网转换器： 我没有自己为Arduino板写TCP/IP协议栈，而是找了一个现成的硬件：Lantronix的Xport串口以太网转换器。这个转换器可以在以太网和微处理器的串口间传递数据。要是不想焊接的话，我还推荐Cobox Micro，这个和Xport的编程接口一样（可以直接使用telnet），而物理接口更简单。

时钟： 本来我想自己做一个机械钟的，但是实在没有时间。于是我找了一个便宜的石英钟，把里面的东西拿出来并把驱动轴和一个古董测试仪的钟一样的毂连在一起。



系统框图。CGI脚本查询我的邮件账号，并返回未读邮件的大小。微处理器调用这个脚本并根据返回值相应驱动邮件钟的指针。

的电路，发现电路中间有一个用塑料封着的未知芯片。不过我找到了时钟驱动其他齿轮的主齿轮，这个齿轮是用电磁阀控制的。电磁阀的两个触点很容易分辨，我觉得只要将脉冲送到这两个触点，时钟就应该可以正常地动作了。

我把一些引线焊到了电磁阀的触点上，然后把钟放了回去。接着我绕开未知芯片直接给电磁阀通上5V的直流脉冲。电机是动了但指针却没有动。很显然里面还有一些东西我没有搞清楚，于是我把电池接了回去并用示波器来观察时钟走动的时候引线上电压的变化。这个电压变化的模式比我想象得要复杂。每一秒钟，脉冲都是不一样的，前一秒是高——零——低，下一秒是低——高——零。

我接着给微处理器编程来做出这种变化，并将其输出给时钟。做了几次试验之后，我终于能用微处理器很好地控制时钟了，只是每次变化指针会向前走两秒。不过我也不是拿这个钟作计时用，所以就无所谓了。

下一步是用微处理器来查邮件。Xport需要微处理器这边连过去3根线，串行收、串行发和用来复位Xport模块的复位线。为Xport做电路板有点难度，因为XPort的引脚间距不是以多孔板常用的1/10英寸为单位的。我用了CadSoft的Eagle软件来设计电路板并安装这个XPort模块。大家可以到tigoe.net/emailclock上找到布线图。

然后我用笔记本通过USB串口转接线对XPort进行配置。我按照Lantronix给出的建议配置了IP地址、网关地址和掩码。同时我还对串口进行了配置。

然后我打开了一个终端窗口，用Telnet连上了XPort并输入了“Hello World”来确认通信是否有问题。接着我退出了Telnet，尝试在串口窗口用IP地址和端口号C82.165.199.37/80来访问我的网页服务器。

XPort回复了一个“C”。于是我用了一个对服务器上的网页的请求作为回复。*http://tigoe.net/pcomp/index.shtml*：

```
GET /pcomp/index.shtml HTTP/1.1
HOST:tigoe.net
```

服务器返回了对应网页的HTTP头

```
HTTP/1.1 200 OK
Date: Tue, 13 Dec2005 20:50:27 GMT
Server: Apache/1.3.33(Unix)
Transfer-Encoding:chunked
Conntent-Type: text/html
<html>
 <head>
    ...
```

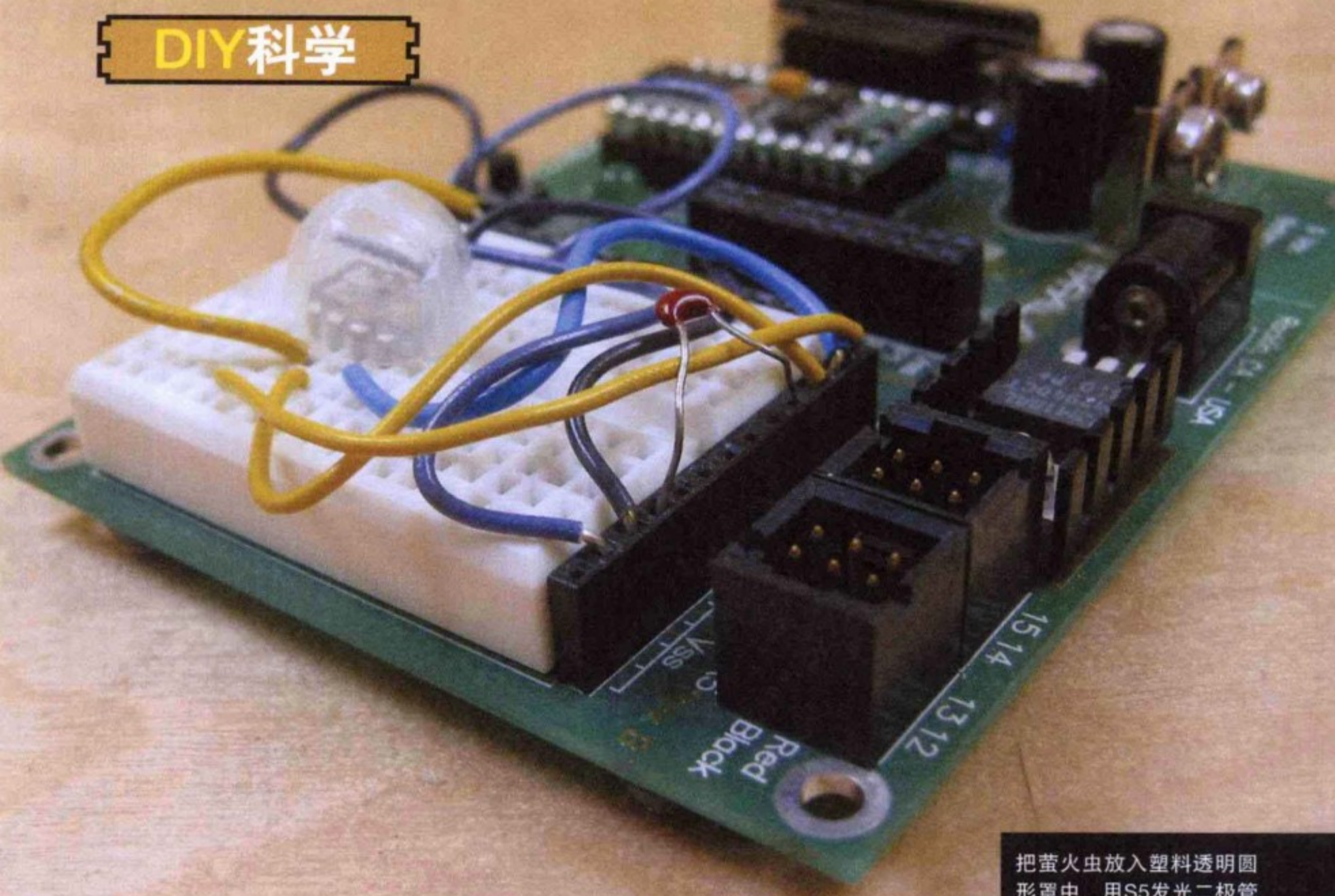
成功了！这个就是浏览器和服务器之间的内部语言HTTP（HyperText Transport Protocol超文本传输协议）的报文。看到这个报文就意味着我现在已经将XPort当作一个网页浏览器在使用了。接下来我只需要让微处理器做类似的事情，建立网络连接，请求网页并读回结果。大家可以到tigoe.net/emailclock去看看我的代码。固件编译完后，我从笔记本通过Arduino板上的串口-USB转换器刷新了微处理器。

微处理器其实并没有去访问HTML网页，它只是在调用CGI脚本，上面的代码链接中也有这个脚本。这个脚本会检查我的所有邮件账号并查询新邮件的大小，将这些新邮件的大小相加，然后传回来。这个脚本并不是用网页浏览器来调用，因此结果也不是HTML格式的。为了减少微处理器端的编程工作量，回复的只是HTTP头而且只有一行：<KB:1234>。

整个系统开始工作后，我给这个邮件钟找了一个古董电子设备的漂亮壳子。这个有点像钟的前面板能够容下一个驱动轴。用螺丝装这个轴轻而易举，而将Arduino模块和XPort模块放进去时空间也绰绰有余。最后我在壳子的后面钻了几个孔，用来放电源线和网线。这样，邮件钟就做成了。

邮件钟到底工作得怎么样呢？我当然还会自己查邮件，只是刚才做这个钟的几个小时我是一点也没有查过邮件的。

汤姆·伊戈是美国纽约大学交互电信项目物理运算部分的带头人。



把萤火虫放入塑料透明圆形罩中，用S5发光二极管芯片将光转换为频率。

萤火虫测量仪表

生物发光探测器指引出基于昆虫机械的污染检测传感器的道路。

克里斯托弗·霍尔特

对我来说，抓萤火虫放入罐子中的记忆会将我带回我童年夏天的三伏天。现在我是一个兼职的生物研究生，我的研究项目之一就是研究空气污染对萤火虫闪光持续时间、光强度和周期的影响。弄清楚这之间的关系，我们就能够把萤火虫当作环境污染传感器，为检测空气质量提供一种间接的方法。

如果你将萤火虫和低成本的测量其生物发光特征的方法结合起来，你就拥有了一个传感器。以这种方式，用硬件合成整个生物体是一个令人振奋的新的研究领域，这样做出的传感器已经能够测量出万亿分之一浓度的生物学和化学个体。

萤火虫，或者通常所说的发光的小虫，从技术上说既不是苍蝇也不是虫子，而是鞘翅目的甲虫。全世界有超过2 000个种类，而单在美国就有170种。萤火虫用它们的光来寻找配偶，这使它们成为少数在夜间行动的昆虫中可以看得见，并能辨别配偶的虫类。大多数其他的昆虫是发冷光的，但萤火虫有一项稀有的本领，即能让它们的生物光开合。典型地，雄性萤火虫会以一种特殊的闪烁模式发出信号，然后等待雌性萤火虫以另一种闪烁形式回应。

大多数测量生物发光的仪器体积都很大，需要高级的信号调理电路，而且太贵，远不是一个自费研究生能够负担得起的。我需要一个

摄影：克瑞克·罗尔

能测量萤火虫闪光持续时间、光强度和周期的使用简便的仪器。

我审视着我的电子工作台（是的，我可能是唯一的一个有电子工作台的生物学研究生了），我的眼睛瞟到微控制器2（BS2）实验板（parallax.com）上。我仔细考虑着将这简单，易使用的微控制器装置用作我的生物发光测量仪表的可能性。

在过去我做的一些机器项目，我已经将硫化镉光敏电阻连接到BS2上测量过光强。所以首先我想我只要加一个光敏电阻到电路试验板上，建一个小室来放萤火虫，收集数据，直至雌性萤火虫回应为止。

很快我发现用硫化镉光敏电阻有一个大问题：长反应时间和恢复时间。在某些情况下，在LED灯闪亮后该光敏电阻需要多达半秒的时间来恢复它的值。

我想到德州高级光电子解决方案公司（TAOS.www.taosinc.com），采用它们公司的价值5美元的TSL230光电转换器已经基本上解决了我的问题。这个8引脚的芯片有一个发光二极管，其板子上的信号处理电路能做所有的模数转换。同样地，芯片能编程实现对有特殊持续时间的光的测量，而且连续地向微控制器或PC机传送消息。正是芯片的这一关键功能，我找到了我需要的东西。

让我们来制作它

制作萤火虫闪光测量仪表所需的硬件零件很简单：一个BS2型微控制器，0.1 μF的电容（用于降噪），TSL230光电转换芯片，萤火虫测试室，还有一台电脑。

至于软件，我使用StampDAQ（贴片数据获取系统）将来自BASIC Stamp微控制器的数据经由串行线转换成能在电脑上微软Excel上使用的格式。StampDAQ软件可以从parallax.com上免费下载。

为了测量的精准，将TSL230的S0,S1,S2和S3引脚置为高电平（+5V），这会让芯片以最大的灵敏度和分辨率工作。将电路搭到易于建模的实验板上。

我用塑料移液器（VWR #14670-149）做萤火虫的测试室，发现从离移液器球泡顶部大约1/2英寸处切开，就能够为萤火虫提供合适的空间。

连接BS2和DAQ的代码

```
定义变量
 '存储光强
 '串行发送引脚
 '9600比特率，8位
 'S0引脚
 'S1引脚


 '--------------主程序--------------------
--------------------

初始化
pause 1000
 '准备StampDaq缓存器
 '用光标记Excel表的列
 '清除数据
 '设置引脚0和1为输出端口
 '设置引脚S0和S1接5V电压，将频率除以100
 '引脚2计数至10
 '发送数据到StampDAQ
```

为了确保萤火虫有合适的空气供应，在移液器球泡室顶切出一个X形。将萤火虫测试室直接放在TSL230芯片上方，以将系统的灵敏度最大化。

用保丽龙杯挡住剩余的背景光源。这个项目最困难的部分是收集萤火虫。幸好我得到了我四岁大女儿乔丹的帮助。我们了解到黄昏时刻，天还够亮，这段时刻雄性萤火虫不发光，并从黑处出来，这个时间最容易抓萤火虫了。

我用BASIC指令COUNT对来自TSL230的脉冲进行计数（看上面的代码）。我设置COUNT指令每10ms计数一次，但我觉得真实的结果大约是31ms。时间延迟是由于芯片需要时间去执行程序循环的剩余部分和将数据发送到Excel表中。

克里斯托弗·霍尔特，美国俄亥俄州哥伦布市的研究Nex Tech材料的科学家。

“我的游戏的一大卖点就是故事。因此我做的第一件事就是构思一个好故事。比如：僵尸大战 [《给我大脑》（Give Me the Brain）]或让被感染疯牛病的牛去探测未引爆的地雷[《未引爆的牛》（Unexploded Cow）]。”

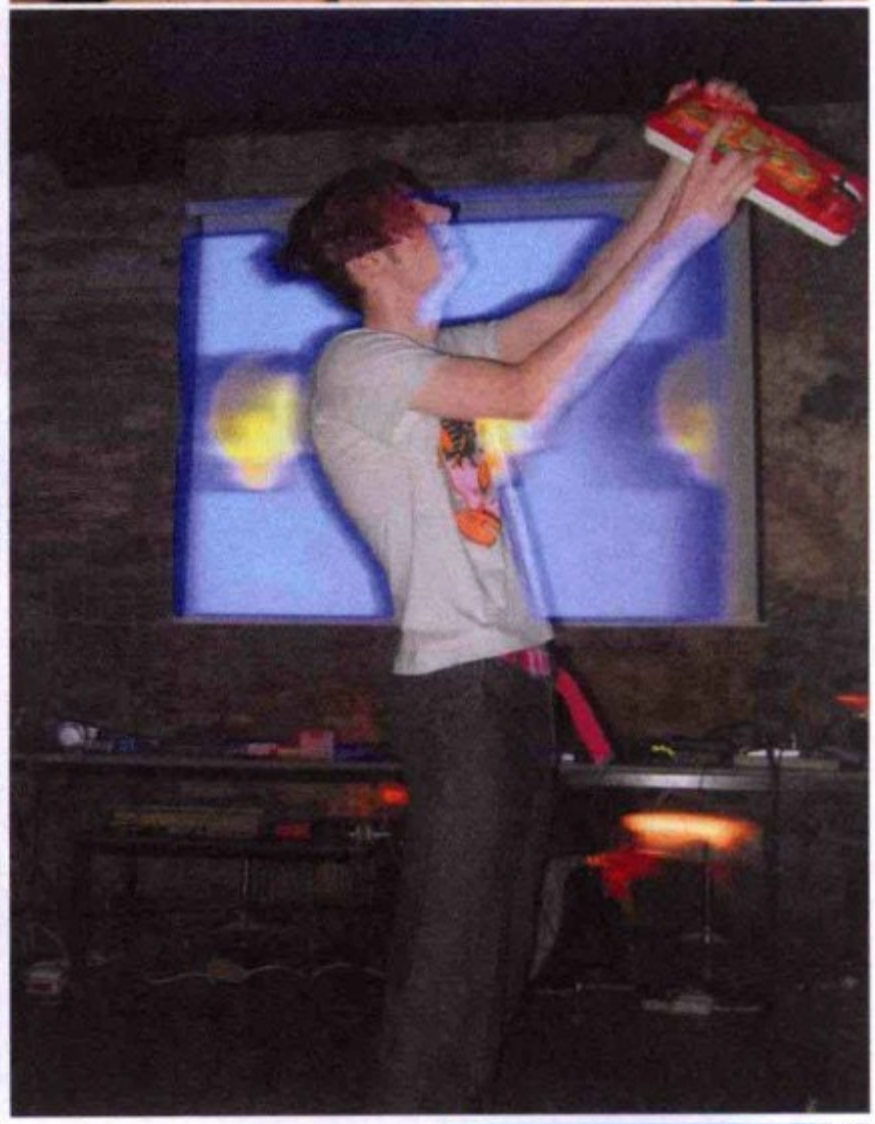
詹姆斯·欧内斯特



















最佳玩具和游戏项目

33

聪明的人永远长不大

别去相信那套关于“成熟的本质”的流行说法，所谓的“彼得·潘综合征”。那搞得人精神不安的胡言乱语告诉我们：我们都需要长大，在自己的年纪做这个年纪该做的事。真是胡说八道。如果你想继续抱有对这个世界充满好奇的态度，那就让你的创造力完好无损，把你的思维活跃起来，和你的孩子经常在一起，保持一个良好的身体状态，还有其他一切天生就对你有好处的事情——玩儿！来吧，我们支持你！



电路扰动

克里斯蒂娜·亚姆伯
塞巴斯蒂安·博阿兹

改造一个CASIO电子琴键盘（或者其他电子琴），然后用它弹奏你从未听到过的稀奇古怪的声音效果。>>

准备：第105页　制作：第106页　使用：第112页

摄影：比特·希夫特



改变电路的音效

开始改装电路最简单的方法是“玩短路”。也就是说你可以打开一个音响设备，用你的手或者鳄鱼夹鼓捣里面的电路板，看看能发出什么怪声来。这么做比你通过焊接和添加开关与连线来永久性地改造你的设备要容易些。我们将要向你解释为什么这么做，然后给你展示我们如何把卡西欧SK-5（一种20世纪80年代常见的电子琴键盘）改造成为一个无休无止的有着灵活多变声音的电子风琴和音效发生器。

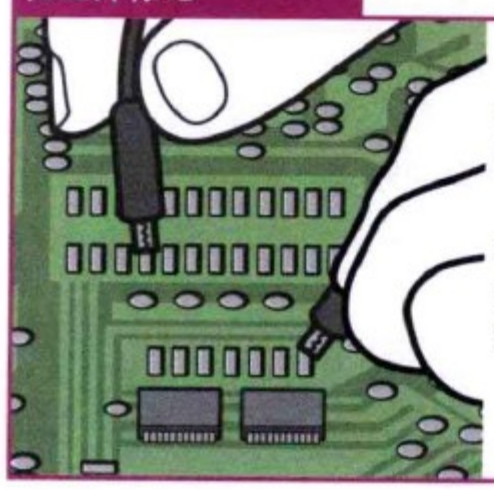
需要注意的是：不要试图改造一个需要往墙上插插头的设备。例如，录像机或电视机什么的。这些设备使用强电，如果玩弄它的电路就有可能使你受到伤害或是要了你的命。电路的改造仅适合于使用电池供电的玩具和设备。

在涉足电子设备改装之前，克里斯蒂娜·亚姆伯白天是电脑程序员，晚上在DJ台上玩儿着工业节奏的音乐。塞巴斯蒂安·博阿兹当时还没把改装电路当成爱好，但已用他的创造物来演奏和录制工业音乐和合成波普音乐了。

改装：规则

只要是电池供电的玩具或电气设备都可以拿来改造。包括老旧的语音拼读机、玩具键盘、菲比娃娃、低价的二手货和垃圾货等。

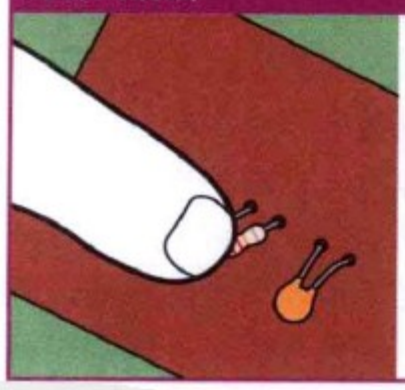
步骤1：
检查并标记



使用一套鳄鱼夹在电路的各处探查，连接不同的焊点并且听听效果。

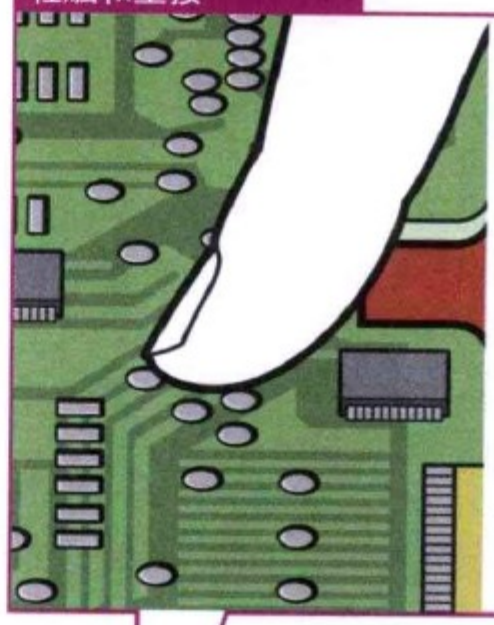
通过连通集成电路芯片的不同引脚，你常常能够发现很好的改造思路。

步骤2：
元件的跳线

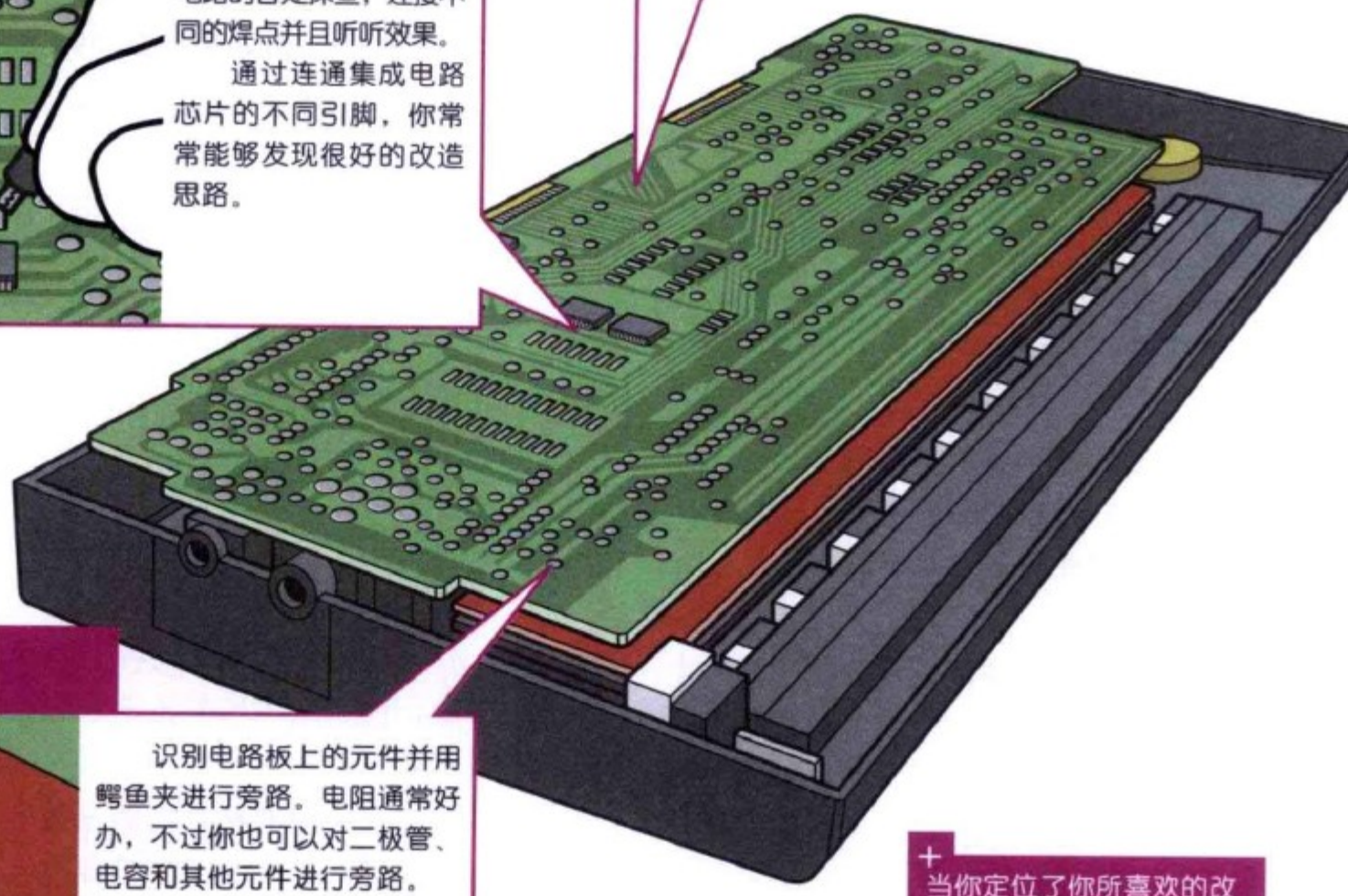


识别电路板上的元件并用鳄鱼夹进行旁路。电阻通常好办，不过你也可以对二极管、电容和其他元件进行旁路。

步骤3：
轻触和重按



最快的办法就是用手指在电阻和微调电阻的周围按压：相邻两个焊点之间会被你手指皮肤上随压力变化着的电阻所连接，产生有意思的音调失真。注意别把太多的汗渍留在电路板上，这样会腐蚀焊点。



+ 当你定位了你所喜欢的改动点，把这两个点用小三角标识出来，并且继续找你感兴趣的改点。

为了满足你的听觉感受

本文的合著者塞巴斯蒂安·博阿兹已经用他改装的电路录制了许多电声CD。他的早期的音乐依靠重度的电路改装。他最新的CD唱片《头晕耳鸣》，应用了这些疯狂的使用多样技术的电子合成器。

你可以在如下地址找到他的改装资料以及塞巴斯蒂安创作的音乐，你可以试着听一听：
makezine.com/04/circuitbending。



持续不懈地改装

为了保留改装成果，需要在连接的焊点处焊上电线和转换开关。最简单的办法就是在焊点上直接搭桥。这项工作需要用到专门的配线排，这能给改装工作带来更大的灵活性。

绘图：马克·沃特金森

外星人的生活方式

电路扰动之父遭遇世人眼光。

很难说清到底是谁发明了电子音乐合成器，但是你可以确切地说里德·格扎拉可没发明这东西。他创造了“电路扰动（circuit bending）”这一名词，并且已经成为这项技术的教父和第一人。

格扎拉最初产生这样的想法是在1967年。“当时我才14岁，快15岁了，正在上初中，我一直渴望能有一台我自己的电音合成器，但我却穷得叮当响。”他回忆道，“在我的课桌抽屉里有一台报废的RadioShack牌扩音器。装好了电池但却露着后面的电路。经过一通谁也不知道怎么弄的鼓捣之后，在我关上抽屉的一刹那，房间里突然充满了怪异的电子音乐。灵异的声音振荡在耳边，一遍遍地重复。”功放可能被什么金属短路了，它给了我一个提示：假如你故意将电路短路会怎么样呢？

里德的第一件乐器充分利用了他的头脑，但是听众并没有立即接受这一前卫的声音。

鲁迪·埃尔维斯的土老帽粉丝们攻击了格扎拉。希望把“我和我的设备送去急诊室”。但是他们主要的目标是我的乐器，因为它象征着我在音乐方面前卫的理念。这是在用一种他们无法理解的语言讲述一个故事。听众们最后成功地破坏了这件乐器。

尽管早期缺乏听众支持，格扎拉还是迷上了创造一些标新立异的东西，并且将他的被听众搞坏的乐器发展成为数十种乐器的“乐器群”。“当我第一次涉足于改造乐器时，我就意识到无论是改电路的冲动，还是我自己，都不可能再停止下来了，”格扎拉说道，“我已经融进了电路，电路也融合了我。我们彼此共享着对方所贡献出的电力能源才能存活。我们不再是两个分开的实体，就像是吉他与吉他演奏家，我们是合体啦。”他把这种合体叫作“生物电能声学智能人”，或“BEA智能人”。

关于电路扰动，格扎拉解释到：这意味着降低你的目的性。“当我鼓捣一个收音机时，我可能会改动一个二极管来扩展接收频率范围。但这不是电路扰动，因为我知道情况将会如何变化。关于改造革新，你不可能预知你将会发现什么——就像发射一个探测器到外太空一样，说不定外星球的世界充斥着外星的声音。”

格扎拉的乐器当然看起来也像是外星球的东西。上面有频闪器、眼球、激光控制器，还有一些手绘图案诸如超自然动物等。格扎拉想到：

凭借着他唱出了前人从没表达出的大众的心声，他的音乐能够打动并调理听众的心态。因此，他创造出来的音乐表现出比其他事物更强的生命力。

或许只有格扎拉的乐器长了眼球和皮肤，因为他们是另一个星球的东西。自打他的第一次尝试后的40年来，电路扰动革新已经普及到全球范围内。“艺术化地改造电路需要更大的空间，通过地下音乐传播就像外星细菌一样，”格扎拉曾说，“每天它都传染越来越多的电路。”

——彼得·基林

格扎拉关于怎样制作爱情魔咒的教程在以下地址可以找到：makezine.com/04/circuitbending。

“他们的主要目标是我的乐器，它象征着前卫的音乐理念，这是在用一种他们无法理解的语言讲述着一个故事。”

彼得·基林是一个作曲家、音乐家、媒体艺术家；他的博客（createdigitalmusic.com）定期发表电路扰动和其他一些激进前卫的音乐才艺。

准备



材料

[A] 卡西欧SK系列电子琴键盘，我们用了一台SK-5型。所有SK系列都很适合改造。可以到当地的二手商店或eBay上找找。

[B] 绞线，直径大概22号。

[C] 小型的机用螺丝螺母，每个至少77号。

[D] 浅的，不导电的易于打孔的盒子，用作插线台接线架。我用的是一个半透明的塑料储存盒。插线台应该足够大以便容纳下77号螺丝而不会太密。

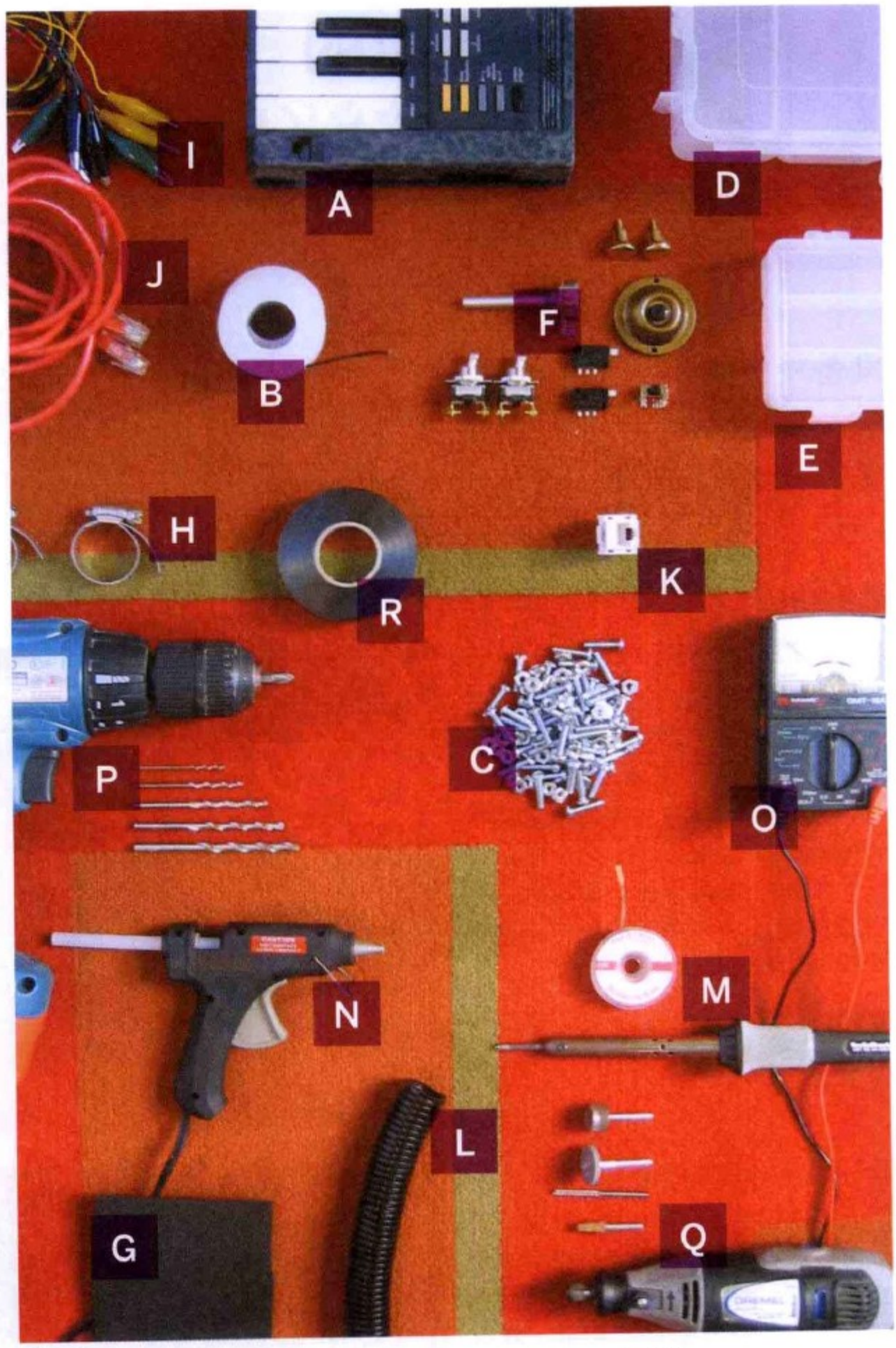
[E] 不导电的盒子，类似于上面那个，但小一点儿，用来装外键控制器（可选）。

[F] 各种组合开关，触点和其他组件，当作控制面板用。我们使用了4个乒乓开关，1个电位器，2个门把手（用作接壳）和1个按钮式瞬时开关来重启设备。

[G] 浅的，不导电的易于打孔的面板，大概5英寸X5英寸大小，刚好可以扣在键盘扬声器区域，当作控制仪表面板用。

[H] 软管管箍2个。

[I] 鳄鱼夹，越多越好。



[J] 以太网网线，连接外部控制器用（可选）。

[K] 以太网插头，连接外部控制器用（可选）。

[L] 塑料蛇皮软管，归拢电线用瞬时开关，我从旧计算机的键盘键上拆下来的。

许多以前生产的分量很沉的旧电脑键盘，每一个键都有一个独立的瞬时开关（图片未显示）。

工具

[M] 焊接设备

[N] 热熔胶和热熔胶胶枪

[O] 万用表

[P] 手电钻和一些钻头

[Q] 手动雕刻机和一些雕刻钻头

[R] 电工胶带

多电压抽头的变压器（图片未显示）

摄影：戴维·阿尔伯特森

制作



改造你的卡西欧SK电子琴键盘

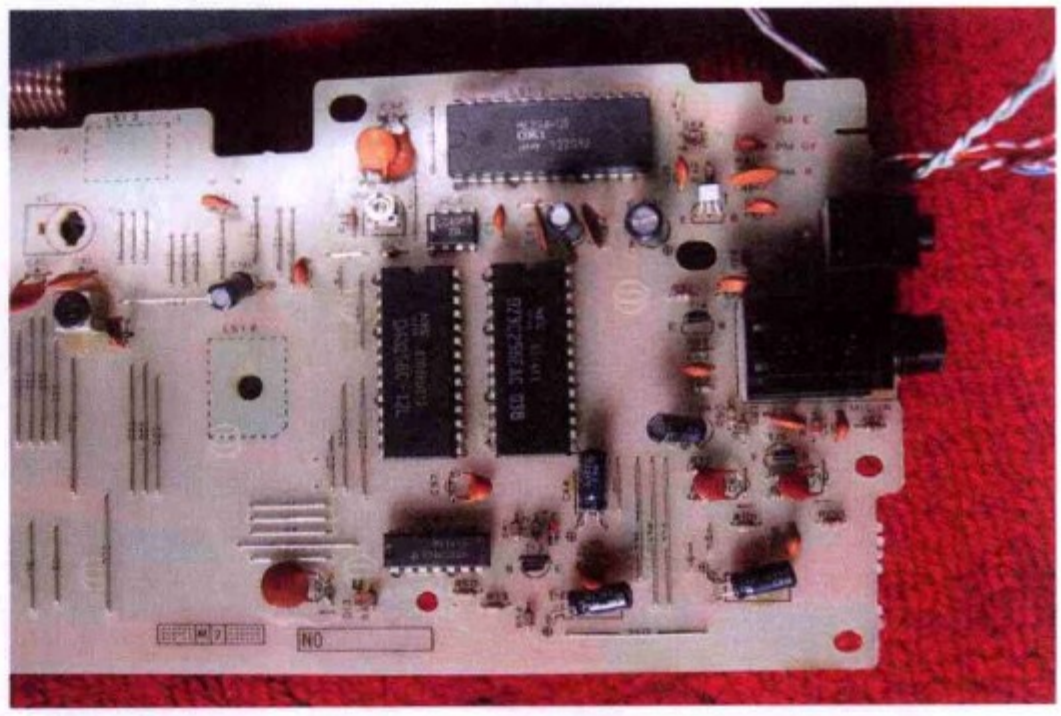
准备>>　　时间：一个周末　　难度：中等

1. 连接插线电缆

卡西欧SK键盘的芯片能够制造出大量的无规则音效。从插线台接线到芯片引脚，把它们一根一根地对接起来，就能解锁控制。

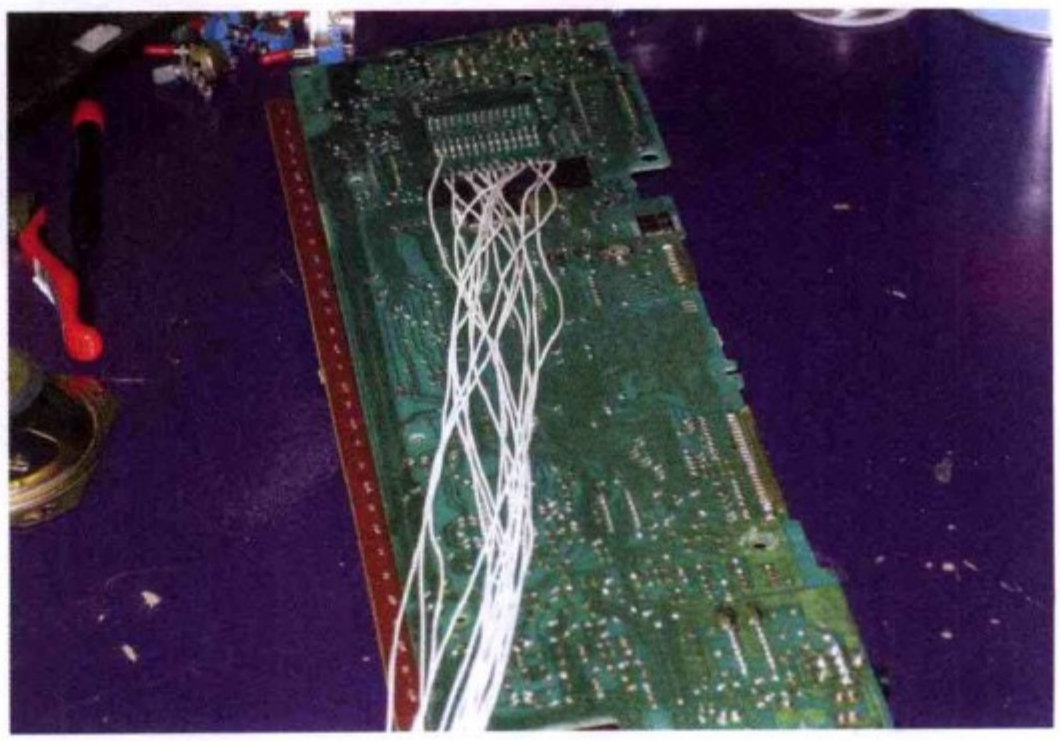
1a. 找到主音效芯片

打开键盘的盖子，移开主板，找到主音效发生器芯片：通常在电路板的中间有两个大的长方形集成电路芯片紧挨在一起，芯片的每个边都有14个引脚，总共56针。把电路板翻一个面，在电路板另一面找到这些引脚的焊点，你用电线一根一根地把这些引脚焊接起来。



1b. 焊接和检查电缆线

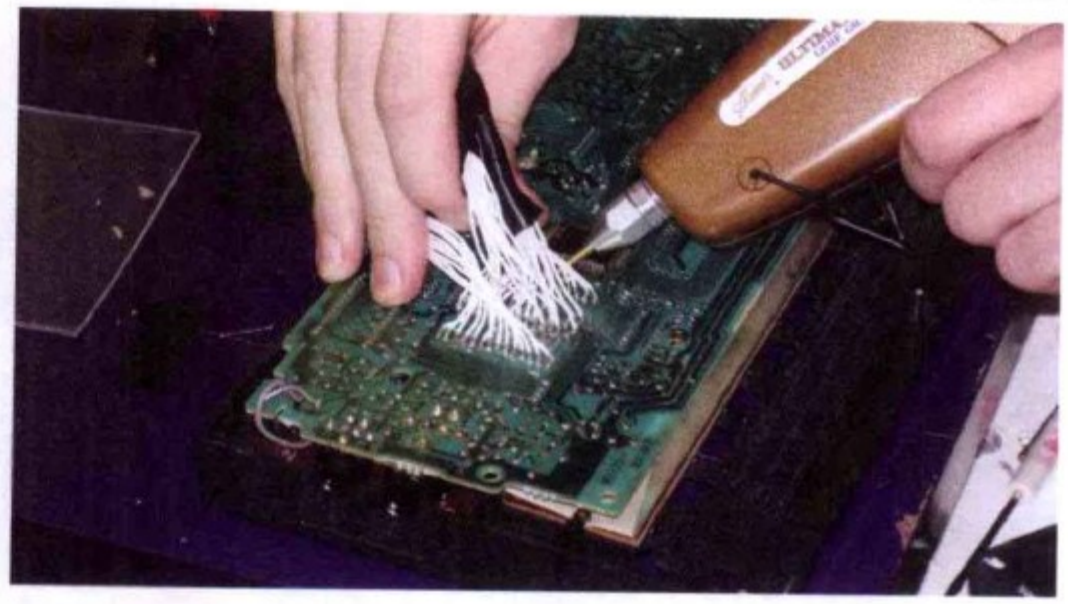
因为芯片每排有14个引脚，所以每排你得焊接14根电线，每根大概30英寸长，以便连接到下面的网线插座上。仔细检查这些引脚并“搭好桥”。当你焊完一圈时，翻过电路板，弹一弹琴键看看电路是不是还能正常工作，如果有些键音很怪异，那有可能是两个焊点间串路了。可以用万用表检查出问题重焊一下就好了。



摄影：克里斯蒂娜·亚姆伯

1c. 绝缘处理

一旦每排焊点都检查过了，以防万一，赶紧用电工胶带把焊点封盖上，把电线用塑料套管拢成一根根好看的电缆。所有这些都做完了以后，撕掉电工胶带再检查和测试一遍，都没问题，插上热熔胶枪的电源，用热熔胶把焊点都封覆一圈，这样的绝缘处理能防止无意间的短路。

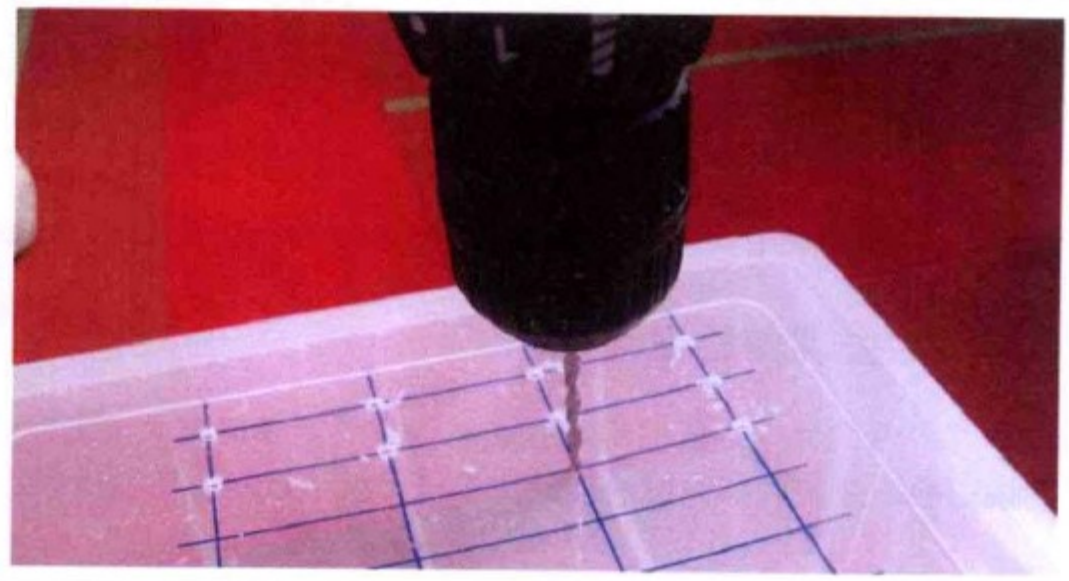


2. 制作和连接你的插线台

一些人构想着用RCA插件连接插线台，但是螺丝和鳄鱼夹更便宜，也更紧凑，让你一次能接触上更多的触点，从而扩展出大量的音效。

2a. 打孔

测量并做好标记，在插线台的盒盖上打60个孔，一排15个，打4排。其中56个给电缆线用，边上留出额外的4个用来加强多重连接。孔的大小应该跟你的螺丝紧密配合。排孔应该紧着一边打，把空间留给另一边，这样日后可以在控制面板再打孔。



2b. 插入螺丝

把螺丝直立地插入小孔，螺丝头留在盒盖内侧，螺丝柱在外侧。



2c. 制作插线电缆

计算一下你的控制面板组件之间的长度，电线留得足够长，剥去电线两头的绝缘皮，连线。可以增加2块以上的中转调整电路，我一共用了17块。你也可以晚一点再连线，这样有助于做好连接标记。把电线用胶带收拢成簇，以便制作一条连接插线台与电子琴键盘之间的超级电缆。用塑料蛇皮管套好电缆紧固好。

2d. 连好插线电缆

在插线台上切一个大窟窿，把超级电缆线插进去，用热熔胶封好口，两头用软管管箍固定好。



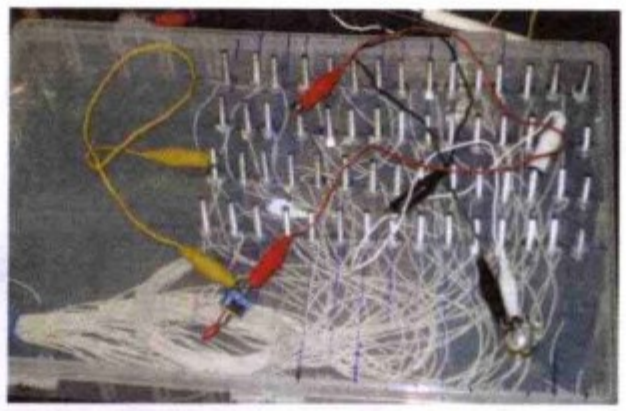
2e. 连接插线电线

现在是时候把电线接到螺丝上了。把电线的一头顺时针方向缠绕到螺丝头上，固定好了收紧电线，每排14根线按顺序都连接到插板的4排上。



2f. 测试电路

用鳄鱼夹碰触不同的触点，弹奏键盘，看看它工作得怎么样。操作键盘上的音效控制，改变它的设置应该能发出不同的音效。

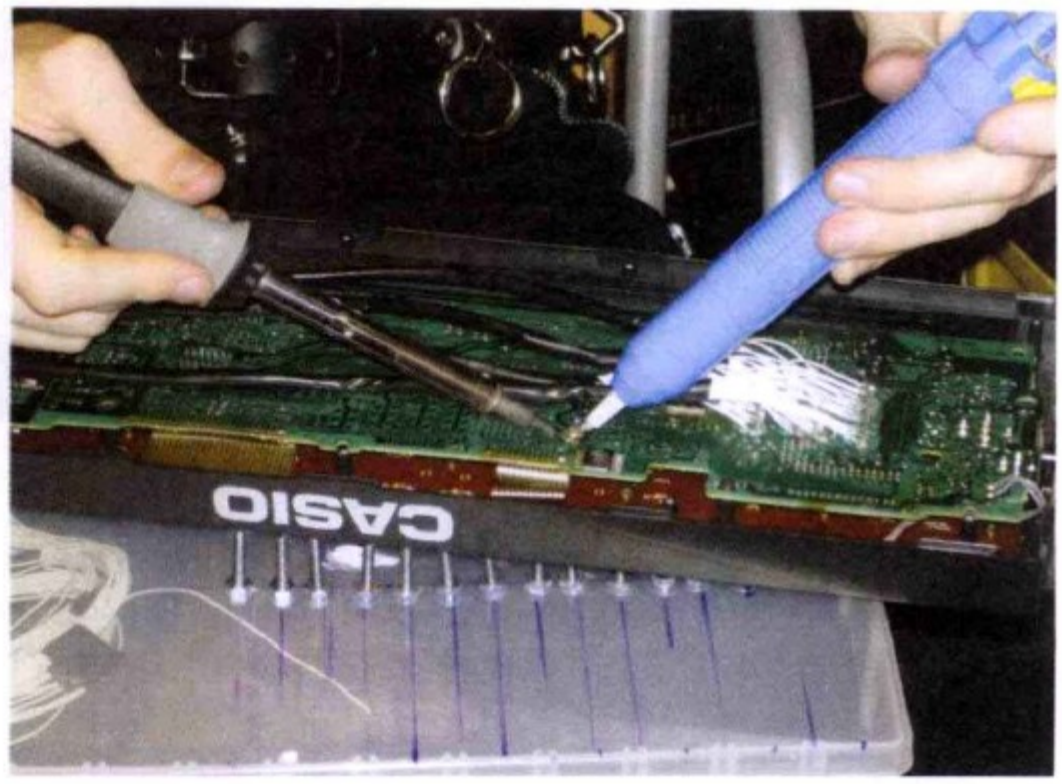


3. 除去调整旋钮

许多老式的电声乐器的调整功能很容易就坏掉，通过更换一个电位器，它们的功能就能恢复。我们试图给插线台增加类似的功能，于是你就可以随心所欲地改造你的键盘音效特色了。

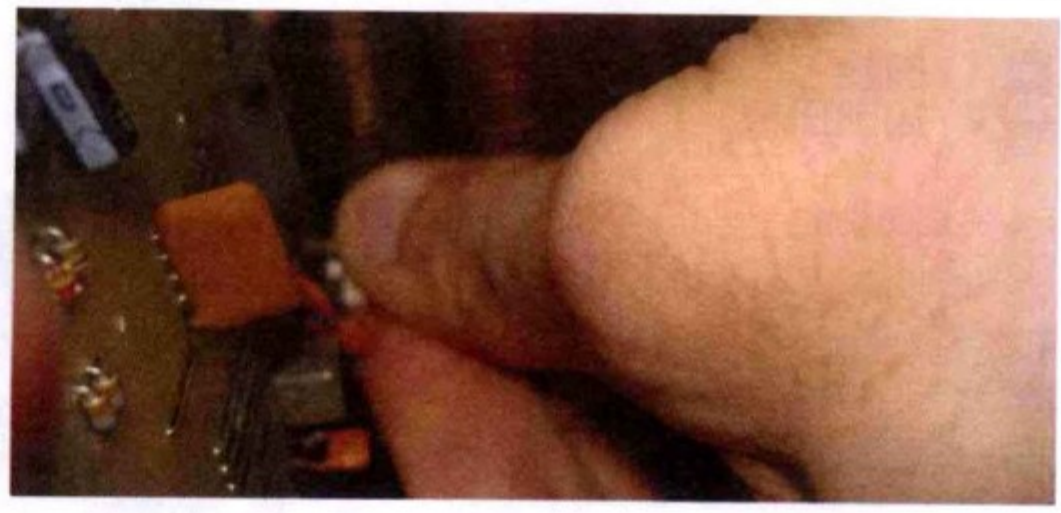
3a. 焊开节点

SK键盘的调整节点通常从键盘下面的一个孔里穿出来，在它的中央，有一个可以用螺丝刀调整的键槽。找到这个元件用焊锡吸管除掉焊点上的焊锡。



3b. 拉出旋钮

你可能必须使点劲。然后标出它的位置，以便你以后找到位置。

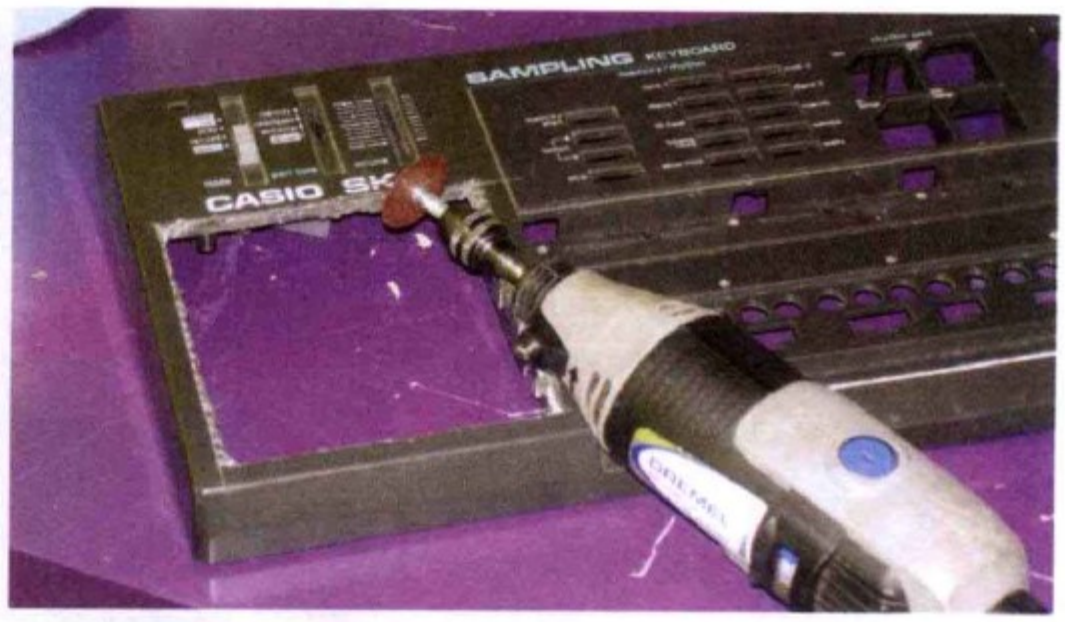


4. 做控制面板

控制面板容纳了那些你可以通过接线架连接的电路的接口电路。它也有复位开关，一个瞬时开关可以重启设备。

4a. 切下扬声器格栅

使用旋转切割工具，切下扬声器格栅。这个开口用来容纳接口电路。



4b. 安装控制面板

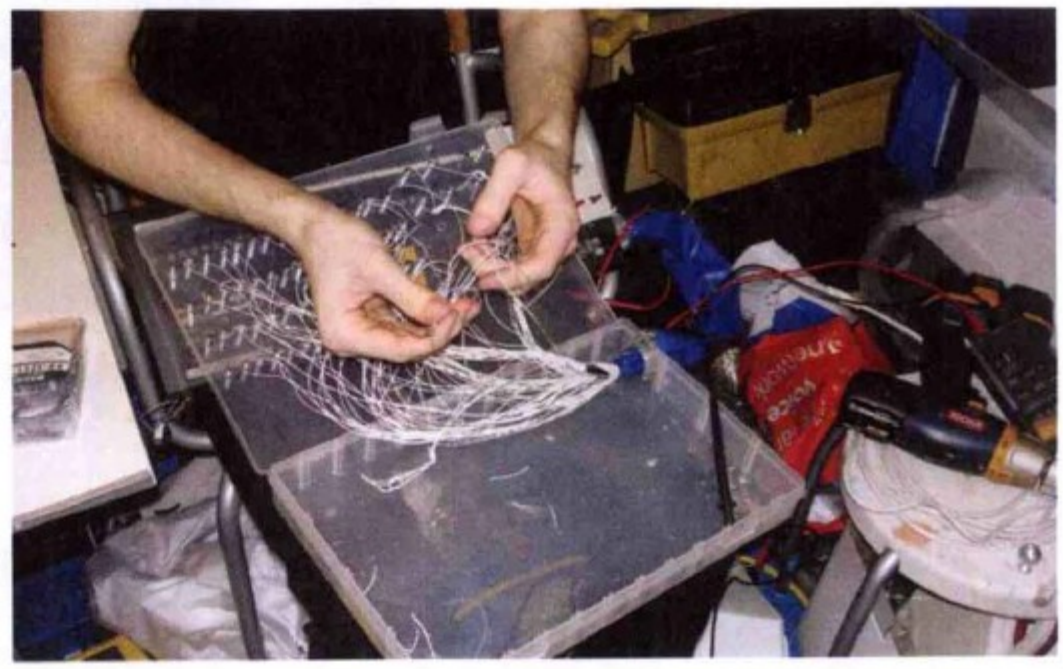
把元件都安装到面板上。我们在一块塑料板上钻了一些孔，然后用热熔胶把元件粘上去：4个拨动开关，一对圆形旋钮，一个电位器，一个光敏传感器和一个执行重启功能的瞬时开关。



5. 连接控制面板

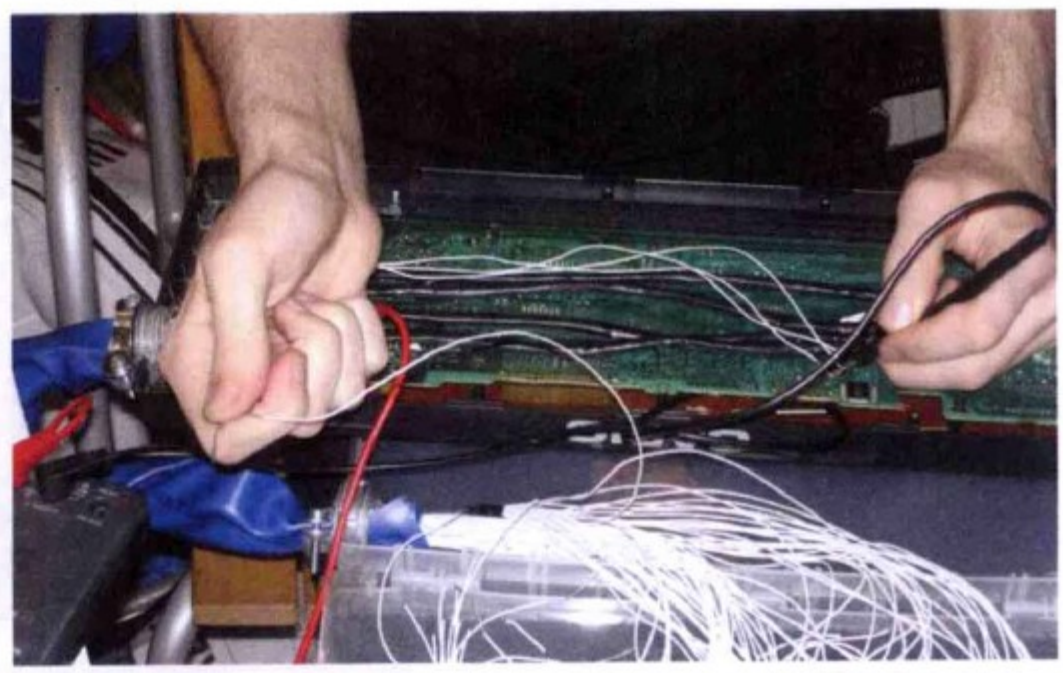
5a. 完成配线盒

像步骤2一样，在配线盒上开孔并安上螺丝。需要为控制面板上的每个元件准备好适当数量的连接线，再有两根连到电路板上的旋钮处。按照控制面板上各个元件的位置在配线盒上钻孔，这样方便你查找哪些线接哪个元件。



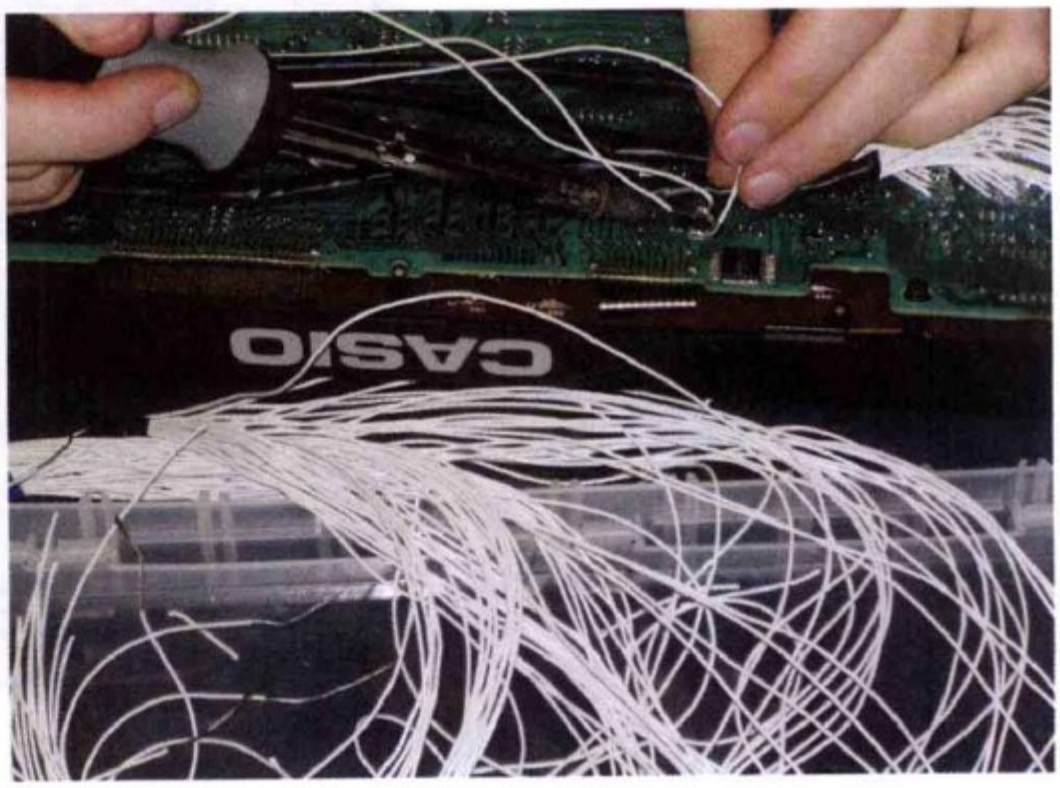
5b. 连上控制面板

现在你可以用那些额外的连接线了。如果没有标记过它们，你就需要用万用表找出哪根是哪根了。然后就可以把控制面板上的元件和配线盒插头焊接起来了。根据你的逻辑图，把线的另一端和器件连接起来。



5c. 连接调谐电路

把剩下的两根线连接到配线盒的调谐电路上，另一端和电路板上的电位器接头焊接起来。

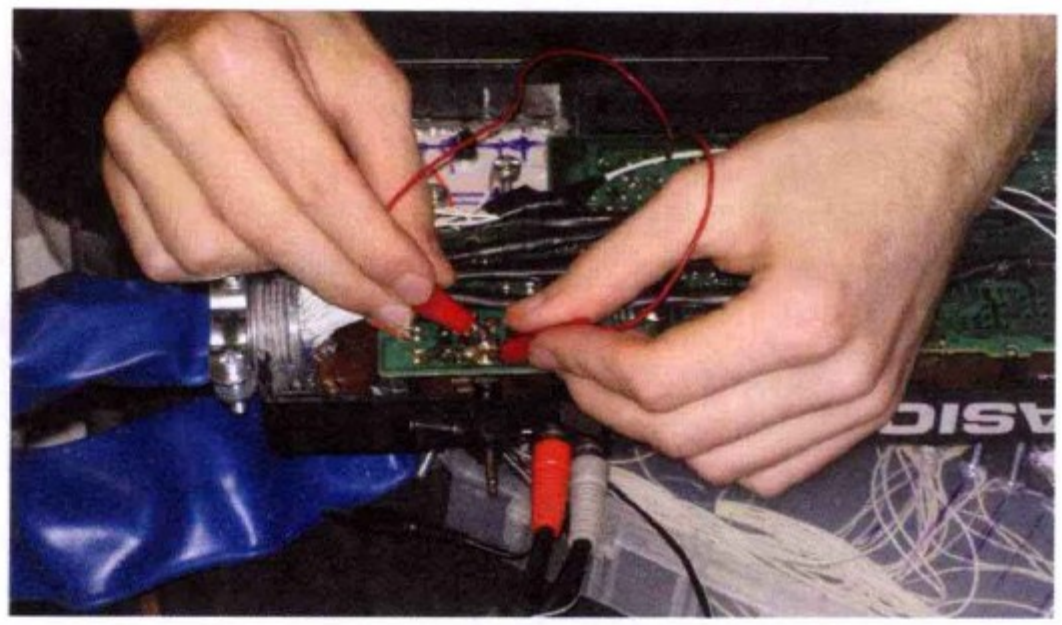


6. 连接重启键并组装起来

设备有时候会死机并且电源开关都不起作用了。一种解决方法是在电源正极和电路之间接一个瞬时开关。对于SK-5有个简便的方法就是在电源正负极之间接一个开关，瞬时短路就可以了。

6a. 连接重启开关

把重启开关连接到电源的正负极上。



6b. 把控制面板用热熔胶粘到设备上

6c. 盖上设备的盖子

把它们用螺丝拧紧。打开开关，就可以使用了。



增加一个外接控制键盘来扩展你的新键盘的功能。可以从makezine.com/04/circuitbending上找完整解决方案。

完成

现在就去试试它吧！ »

使用



扩展设备

让设备准备好演奏

这个项目的最大特点是配线盒还允许其他的设备接驳到键盘电路里来。例如，我们用鳄鱼夹把iPod的输出连进SK-5的调谐触点上。这就可以用iPod的音乐来调制SK-5输出的音调了，超酷的效果。

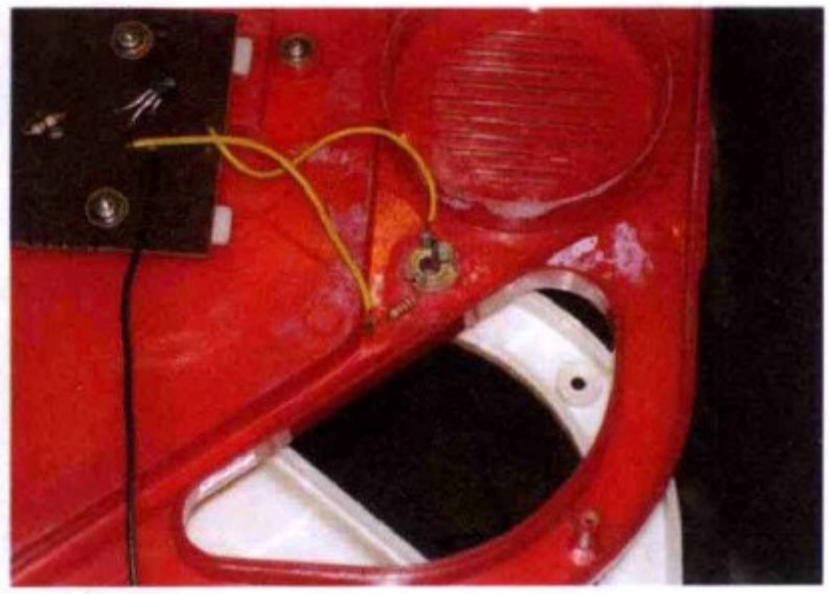
用身体的不同部位接触触点，就会产生不同的压力，从而产生不同的声音效果。舌头的电阻很低，所以用舌头来接触会产生一个很高的音调，当然，舌头也会有一点点电击的感觉。

SK系列的键盘，就像我们用的这款，都有电源接头和音频输出插头。那意味着它们还能再改进，你可以直接放大它的输出信号或者直接接驳录音设备。但是许多值得改造的键盘设备都没有这两个接口。下面是我们增加这两个接口的方法。

增加音频输出接口

对于那些只有一个扬声器的设备，你可以从扬声器上接出两根线来引出一个音频插座或者直接接上外接音频线。如果你的导线是有颜色的，你可以把红色接到插头尖部，黑色接根部。当然，反接也是可以工作的。

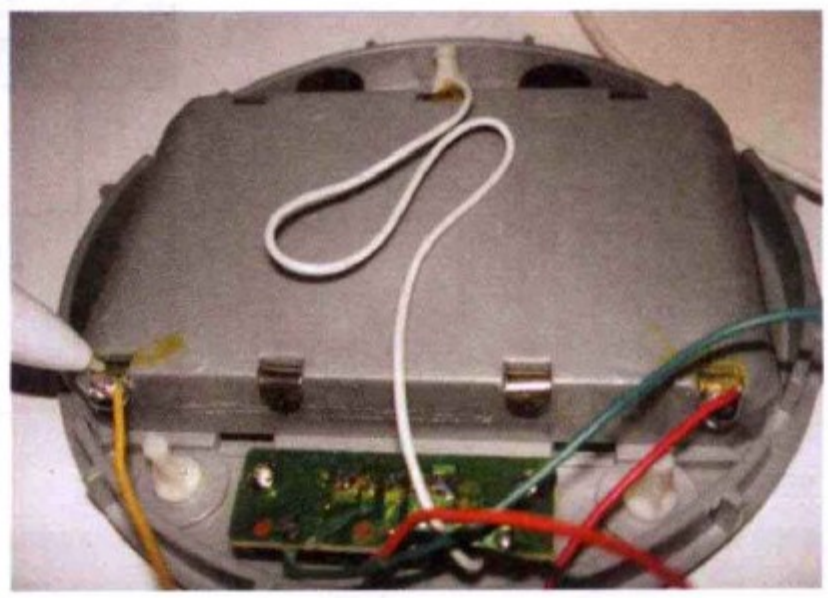
对于一些设备，从扬声器直接引线可能会造成失真。为了把信号降到通常的信号水平，可以在连接插头尖部的线上串联一个电阻。试验不同的阻值来取得最好的效果。



增加外接电源接口

找到一个和电源电压一致的电源适配器，你可以从旧设备上找一个。用万用表确定适配器的电压（标签有可能是错误的）和接线的极性。通常，插头的尖部接正极，根部接负极，但也有例外。确定好了就可以把连线焊接到电池的触片上了。

设备有时候会标出电源的电流大小。通常你可以不去管它。但是如果电路对这点要求很敏感，请使用万用表来测试外接电源的电流大小，不要相信标签上写的数值。



欢迎来到电路扰动的“扰动世界”

如果你已经厌烦了由计算机软件产生的，有着相似的外观和声音的乐器的话，你或许能从安得瑞恩·迪蒙德那里学到些东西。他的最新的项目就是制作出有着不是通常乐器能发出的声音的实验性设备。

迪蒙德从制造这些电子噪声中获得乐趣用以摆脱作为动态图片艺术家的日常枯燥的工作。他的工具选择范围从CD播放器和老式的卡带到学习机和吉他效果器。听上去挺过时的，但是迪蒙德却不是孤家寡人。通过在线的设备改造介绍，电路扰动已经变成一种现象。“9英寸钉子”乐队经常使用扭曲过的设备，你也可以从CK的广告里听到Oval的跳碟演奏者们的实验艺术。扭曲的出现或许悖离了主流，但是那声音确实和传统完全不同：那些制造这些声音的人很喜欢它——无法预知的奇幻声音。

常常被用来“扰动”的设备包括大量的Casio CZ-1键盘和德州仪器出品的“说和XX”交谈类玩具系列（说和拼写、说和读、说和数学）。在线的教学指导能使新来者很容易地进入这个领域。你费劲周折地改好一个有很多网络介绍的设备后，还有那么多没有涉足过的设备在等着你，尤其是那些更复杂的电子设备。

所有的“扰动”项目都是没有局限的。有些改造更像艺术品，它们是带详细说明介绍的雕塑创作，好像迪蒙德说的“杜尚的拼贴画”；另外的一些则偏重实用，用废塑料做的或者干脆就在设备上画点奇怪的装饰画儿。多数是半开玩笑的，毫不留情地改造。

来自英国的爱芝博士已经“扰动”了任天堂游戏机来制作影像艺术，从而做出了超出了发出“鬼叫”声的改装玩具范畴的设备。他用一个皮卡丘钥匙链和一个塑料马桶改装了一架视觉电子琴。Techweeb（techweeb.com）则改装了一个跳舞玩具和那个著名的会说话的鱼——比利·巴斯。卡伦·桑德（carrionsound.com）则改装了Howdy的“会说话的矮种马”。

现在说电路扰动已经成气候了还为时过早，特别是很难界定电路扰动和诸如设备改





造、设备滥用和其他通常的发出噪声的艺术的区别。但是在全世界众多的实验性演出中，越来越多的节日演出或者工作室开始注意到电路扰动是显而易见的。纽约是个中心，那里每年都会举行众多的音乐会、表演等。加利福尼亚和维吉尼亚也有类似的音乐会；洛杉矶的IICorral（halfnormal.com/ilcorral）也确定了它在西海岸噪声艺术的主导地位。

同时，爱好者们也会在网上共享成百上千的扭曲的乐曲、电路图、改装过程的图片以及论坛讨论的过程。

——皮特·凯伦

资源：

里德·格扎拉，《电路扰动：制造你自己的外星设备》。

里德·格扎拉的网站：
anti-theory.com/bentsound

其他的电路扰动和噪声艺术网站：
cementimental.com/link.html
harshnoise.com

论坛：
groups.yahoo.com/group/benders
groups.yahoo.com/group/bendersanonymous
launch.groups.yahoo.com/group/Roil_Noise
p206.ezboard.com/biheartnoise

家庭游戏设计

把普通的想法变成有趣的棋盘游戏。

詹姆斯·欧内斯特

那么，你愿意介绍你的棋盘游戏吗？很好！下面就是我的制作步骤。

1. 确定你的对象

了解你的对象，如果你设计的是和你家人、朋友一起玩的游戏，那很好！这是最理想的开始方式。但是如果你的目标是卖给一个游戏出版商，那就得尽早考虑你的游戏在市场上的定位。

例如，当我在1996年成立Cheapass公司的时候，我很清楚地知道我的目标是争取像我和我的朋友（频繁出入游戏室的大学男生）有这样嗜好的玩家。因为玩家已经有自己的骰子和棋子，所以我只要制定新的规则并且制作卡片或是一个棋盘就可以进行游戏。如此便意味着这个游戏能在一个朴素的包装里以便宜的价格卖出，也可以在游戏室收银员附近展出来促进购买。这就是Cheapass公司诞生的过程。

2.故事大纲

我的游戏的一大卖点就是故事，因此我做的第一件事就是构想一个好故事：僵尸大战（《给我大脑》）或让感染疯牛病的牛去探测未引爆的地雷（《未引爆的牛》）。游戏的主题是留给玩家的第一印象，因此把握它很重要。

一旦你选择了主题，就要考虑诸如转盘、骰子、叫牌之类的东西哪些是适合它的道具。有些设计者以自己周围的道具为基础设计游戏，但对我来说，“你想玩一个翻版的游戏吗？”比“你想玩一个有动态计分系统的游戏吗？”更引人注目。

3.想象理想的游戏经历

什么是游戏经历？玩家需要做什么？怎么能赢？例如，在空间挖掘游戏中，你是想花更多时间在宇宙飞船中还是在管理清单中？

你想在游戏中有多少运气成分、技术因素、复杂程度？“技术因素”的游戏毫无运气可言，仅仅是单纯的智力较量，比如国际象棋。与之相反，其他一些游戏让玩家被动地跟着卡片或骰子走，不会让玩家感觉劳累，也需要一点运气，任何人都可能胜利。

4.决定格式

接下去的选择是确定整个游戏的格式。你想设计一个卡片游戏，还是棋盘游戏，或者其他？这里有一个关于大多数普通格式的简单介绍。也有一些其他格式，但你一直都可以自己创造。

棋盘游戏：像大富翁、拼字、国际象棋这些游戏，用一个棋盘作为静态的中心，例如地图。对于路径式游戏来说是用得分、军队规模等作为普通信息。

卡片游戏：卡片处理随机的、量化的，或者秘密的信息。随机意味着卡片可以被打乱，量化意味着游戏内容会分几次呈现，而不是

绘图：梅琳达·贝克、布莱恩·比格斯


开始
终点
Stop
Go

一次，秘密意味着玩家可以守住一些信息不让别人知道。卡片游戏似乎比棋盘游戏更简单更快，但也并非总是如此。

魔术般的收藏卡片游戏。“风云会”和“口袋妖怪”很复杂因为卡集太大。如果你要隐藏结果、复杂的信息，或者控制某个特定结果的出现频率，卡片作为随机性发生器效果会很好。

> “一个好的游戏是设置一条由许多关卡组成的路，有一个明确的目标和多种实现的途径。”

骰子游戏：骰子是另一个随机性发生器，并且比卡片更好，因为它的结果可以直观地看到而且相互之间是独立的。有些游戏仅仅依靠一个骰子，而另一些更大的游戏里则会用到多个。不论几个，都可以以同样的方式工作。

角色扮演游戏（RPG）：RPG游戏是一种冒险形式的游戏，游戏主持通过自己控制的活动来引导玩家。这不是游戏主持和玩家的竞争，而是想给玩家一种奇妙的经历。

聚会游戏：像字谜这样的聚会游戏可以一群人玩并且不需要很多道具，但大型的集市聚会游戏要包括卡片在内的一些组件，因此会把一些东西放在箱子里。如此少的规则和道具让聚会游戏看上去很容易设计，但简单的游戏往往很难设计成功。

5.制定规则

写下游戏规则的概要，即使它们都变了你也需要一个开始的地方。解释玩家的数量、游戏的组成、设置和其他的游戏要求。描述你在做什么、游戏长度和获胜条件。

同时，保证游戏的公平。这是我们喜欢游戏的一个原因。或许它们是这个不公平的世界的避难所。

我想说存在着两种游戏设计新手，一种是“把房子造在门外”，另一种是“把路造在墙外”。“把房子造在门外”的游戏没有明确的目的但提供了达成目的的多种途径，“把路造在墙外”的游戏会设置一个游戏目的，就是路的尽头，但沿途布满障碍。一个好的游戏必须把这两者结合起来，由关卡组成的路，一个明确的目标并有多种实现的途径。

如果你对游戏道具要求严格，就要考虑你的故事和它的暗示。根据“由关卡组成的路”的隐喻，这里有三种典型的道具可以帮助你。这些和丰富的游戏混合在一起构成了复杂的选项。

两个门（随机）：玩家被提供并肩的两个门，一个通向前方，另一个通向背后，并且玩家无法知道哪个是哪个。这些依靠运气的道具

建立原型

某些时候，你想建立原型，这要根据游戏来建。例如，拥有速度组件的实时游戏需要提前做艺术设计并做得非常清晰，因为阅读能力很重要。以下是一些要点：

艺术品：网上有大量的剪辑艺术，对于自制的，甚至是游戏公司的原型，不需要去购买，对于你想卖出的游戏，剪辑艺术花的钱微乎其微。

卡片：可以由纸裁剪或由索引卡做成，但如果经常要洗牌，就要用合适的切割机把坚固又有弹性的纸剪成确切的尺寸，圆角也行。

你也可以把它们做成已存在的纸牌，印上层压卡。有塑料套的卡，你无法从艺术品商店买到。你的卡片屋可能已经免费让位给了扑克牌，任意的游戏商店都应该有大量普通的、廉价的卡片。

新手通常患有“首次游戏综合征”，就像用厨房中的所有配料来做色拉一样，他们用到了能想到的所有规则，这就拖了游戏的后腿。因此，在写下所有你想尝试的规则后，尽量删减直到可以保证游戏可玩。

卡片应该容易阅读。除非你的书法非常好否则不要手写卡片。如果玩家拿着这些卡片，则通过在卡片的左上角标志它们（用两种方式拿着），这样当卡片

自相矛盾地让游戏既减少挑战性又增强娱乐性。

围栏和泥坑（统计）：你可以选择如何前进：你可以选择跳过围栏或在泥坑中行走。围栏需要一个骰子。如果你掷出6，你可以移动，否则你无法前进。另一方面，泥坑需要4次6才能通过。

这种类型的选择很让人感兴趣，因为“正确”答案要根据情况决定。统计学上，所有选择出现的概率是大致相同的（你有52%的概率在4次里掷出一个6），因此最佳的策略会随着游戏改变。比如，其他人已经在泥坑里而你确实不得不第一个通过时，你就要把握你围栏的机会。

出租车（政治的）：可获得一些出租车，但和其他玩家分享比独自一人乘坐更好。这样的游戏道具让玩家们为了共同的利益彼此协商，虽然依旧尝试独自获胜。

6.游戏测试（重复）

游戏设计是一个需要现实中那些不会一直按你期望做的人来测试的重复过程。在第一次测试中，做好彻底改变的准备。如果游戏无法运行，立即停止，解决问题，重新开始。

在一个涉及某些信息的彼此保密的游戏中，玩家可以在试玩时透露他们的秘密信息和谈论他们在做的事，解释他们这么做的原因。这样做会有助于测试的成功进行。

出现异常时，不要通过增加规则来解决问题。针对特殊情况的规则很难记忆并且很可能造成新的问题。最好是从根本上解决问题。回顾你的故事并试着辨认你能认出的其他方面，从中得到灵感。

这有个例子：假设你设计了一个依靠掷骰子的赛马游戏，在测试中你发现先掷的玩家几乎一直赢，你就可能被引导推出一个代号为“逆风”的规则来武断地减慢先手玩家的速度。

但赛马游戏与天气无关。真正的问题是随机的比赛无法预测也没策略。用骰子给马能量来代替移动马匹怎样？玩家可以提前冲刺或保存体力，这样增加了游戏的复杂度，也可以让后手玩家从后赶上。这皆归因于资源的合理利用代替了一个武断的规则。

在测试群体的选择中，最好搭配休闲玩家和职业玩家。天真的玩家对于游戏乐趣的判断很有用，铁杆玩家则擅长分析规则，提出改进意见。有时一个精明的玩家会提出一种别人都不懂的调试规则的方法。这种情况下，按建议的方法试一试，看看是否可行。

游戏测试过程的最后一步是盲测，就是你把规则说明书和游戏内容给一群从未见过这游戏的人，看他们玩，如果他们能理解规则并从中获得乐趣，那你就是位成功者！

詹姆斯·欧内斯特是西雅图Cheapass公司的总裁兼首席设计师。他的作品包括《幸运死亡医生》、《给我大脑》、《未引爆的牛》。

是扇形的时候它也是可见的。

纸板：大量生产的游戏纸板是用一张印刷的被标记的薄纸板制作的。你可以得到同样的效果，在整的标签纸上印刷，用喷雾的胶喷在垫子般厚的纸板上或别的厚卡片纸上。对于更大的纸板，按照几份纸张的大小绘制你的图案并且把它们一起盖住，或者用一台大尺寸的打印机。

对于不透水的纸板（喷墨的印刷品可以用当它们变湿的时候），用一张干静的可接触的纸张覆盖它，再整理这张可接触的纸，然后在一条干净的边上立刻烘它们。通过把纸板切成一半并且用密封线或者布线把后面的缝隙连接起来使其可折叠。对于四对折的纸板，在你添加可接触的纸张之前沿着一个尺寸先切好纸板，这样将会形成前折的缝隙。然后给纸板最后加工，把另一边切成两半，并且用密封线密封后折的缝隙。

另外的组成部分：游戏的构成部件可以由其他你已经有的游戏或者当地的廉价旧货店获得。像骰子，游戏用的钱、计数器、细木条这样的东西是非常多的。并且游戏商店也出售别的游戏构成部件。你可能不得不手工制作一些东西。我一般用乐高来制作原型。当那仅仅是因为我那些东西有很多而已。

弹球机复活了

修复大旋风弹球机。

比尔·邦格勒

踢板的中心点打击着小钢球，把它推向彩色的障碍轨道中。电子继电器开始燃烧，电铃作响，灯光闪烁，在令人炫目的“枪林弹雨”中“世界”在颤抖。你开始分析小球的轨迹，然后通过用肘击打300磅重的机器的底部来调整它的路线，虽然这样做并没有什么实质的效果。当你正在玩弹球时，它会给你一种视频游戏不具备，一种感官被物品填满、包围的感觉。

过去曾经无处不在的弹球机现在在街道两旁和酒吧中已很罕见，但是你依然能通过购买或者自己动手制作来实现你那狂野的弹球梦。那些部分出了故障但大部分零件性能良好或是可以修理的机器成了垃圾桶，等待着好的归宿。老式的弹球机很耐用，它们稍微修理一下就可以在吵闹的、烟雾缭绕的公路旅店中使用，不同样式的机器会用相同的机械和电子计分系统，因此你可以轻松地找到替代的部件。我很乐意复原一些弹球机，我最近的收藏品是一台威廉姆大旋风（William Cyclone），一台1988年产的很棒的机器。我把我怎样复原弹球机的过程写下来，也包括一些复原机器的一般建议。

找一台机器

弹球机可以在很多地方买到，可以被当做电机以100美元来卖，也可以当做一件性能很好的游戏收藏品以10 000美元来卖。价格相差特别大，所以除非你的确需要一台特别的、稀少的机器，否则在你找到一台满意的机器准备购买之前，你必须准备好挑选很多次。作为一个新手，无论你有电子或是机械方面的背景知识，我都建议你最好花费点额外的资金买台至少能正常工作的机器，还会有一些东西需要你来调整修复。

你可以在专业修复人员那里买到状态良好的弹球机，磨损程度最小的是“只作为家庭使用”的机器，它们没有在公共场合使用过。你也可以在酒吧和餐馆的小商贩那儿挑选到。但根据我的经验，你买的时候要很小心，以免上当。我曾经看到过许多容易引起误会的对这些机器的专业维修方式。这些只是为了避免花费更多的力气和金钱，在进行机器维护时对机器进行搬运。使用像WD-40那样的喷雾润滑剂是最大的错误，弹球机被设计为一个密封箱，它里面的机械设备是不需要上机油的，所以它们能在烟雾缭绕的酒吧内工作若干月不用维修。而且多余的润滑剂能够聚集烟雾和灰尘，变成一团厚实的具有破坏性的泥污。

为了找到出售的机器，我浏览了craigslist.org、rec.games.pinball论坛和Mr.Prinball的小广告（更多资源请看makezine.com/08/pinball）。我比较喜欢20世纪80年代末和20世纪90年代的Williams/Bally弹球机。我还寻找到了Tuesday Night Pinball（pinballnight.org），在圣何塞市的电池店内遇到的一个团体。这个团体的创始人有台售价1 000美元的威廉姆大旋风机器。

摄影：比尔·邦格勒


CYCLONE
JACK POT
4
3½
3
2½
2
1
MYSTERY WHEEL
Williams
PINBALL AMUSEMENT PARK
EXTRAVAGANZA
20 K
40 K
60 K
80 K
100 K
1

大旋风是我最喜欢的机器之一。它是一台1988年生产的性能卓越的机器，有过山车主题乐园，有通俗的配乐和旁白，有斜坡、摩天轮和一个幸运转轮。

我试玩了一下这台机器，发现并没有什么灾难性的问题，所有部件都在，尽管已经十分脏了，但台面上只有些细小的掉漆，并无裸点。当然机器仍需要大量的修理工作：它的摩天轮不能转动，橡胶缓冲垫片也损坏了或遗失了，一串灯也忽暗忽明，脚蹼挡板也松动了，3号玩家的记分牌暂时不工作了。这是个典型需要花费时间的机器。

我交付了现金，运送的时候后面的箱子折起来，把桌腿卸下，这样就从53平方英尺大小缩小到了29平方英尺，正好能塞进我的斯巴鲁·福利斯特跑车里。

最初的试玩测试

在安全地把机器运回到我的车库后，接下来的第一步就是对它进行几天的测试，记录下出问题的地方，这也是个取悦邻里孩子们的方法。在对机器进行可玩性测试时，你要每时每刻注意着通电的继电器线圈。

弹球机里有许多这样的线圈，正是它们使得台面上的物体运动。任何特别之处出现问题——比如缓冲垫片弹出，挡板一直竖起，或是目标不坠落——这些都意味着在内部有线圈总是导通的，会“嗡嗡”作响，摸上去也是热的。

如果你发现一处，这可能意味着有短路或是有损坏的晶体管。你需要立即关掉机器，通过原理图和万用表来确定出现问题的部位。弹球机里的线圈并不是一直都导通的，如果一直是，它们会使电源过热、过载，可能会毁坏其他部件，并烧焦机器台面。

当你在测试时，领会机器工作的节奏。如果你感觉到什么变化（挡板和缓冲器失去动力或是坡道开始摆动）这都是些能发展成大问题的最初的征兆。

获得文件

在进一步制作之前，你需要具有你所复原的机器的手册和原理图。幸好，我的大旋风机器两者都有。如果没有，我会去网上寻找打印副本，在马文的奇妙机械博物馆或网上弹球数据库或其他能订到手册复制品的地方，如弹球资源或娱乐区域（参见makezine.com/08/pinball）。马文的那个网站有着极好的资源，它节省了我大量的时间搜寻维修指南和其他有用的信息。

你在修复的过程中需要经常翻阅原理电路图，但不幸的是，它不是绝对符合实际的。机器里的电路在生产过程中都做了微小的调整，使得它和发表的原理电路图有所不同。

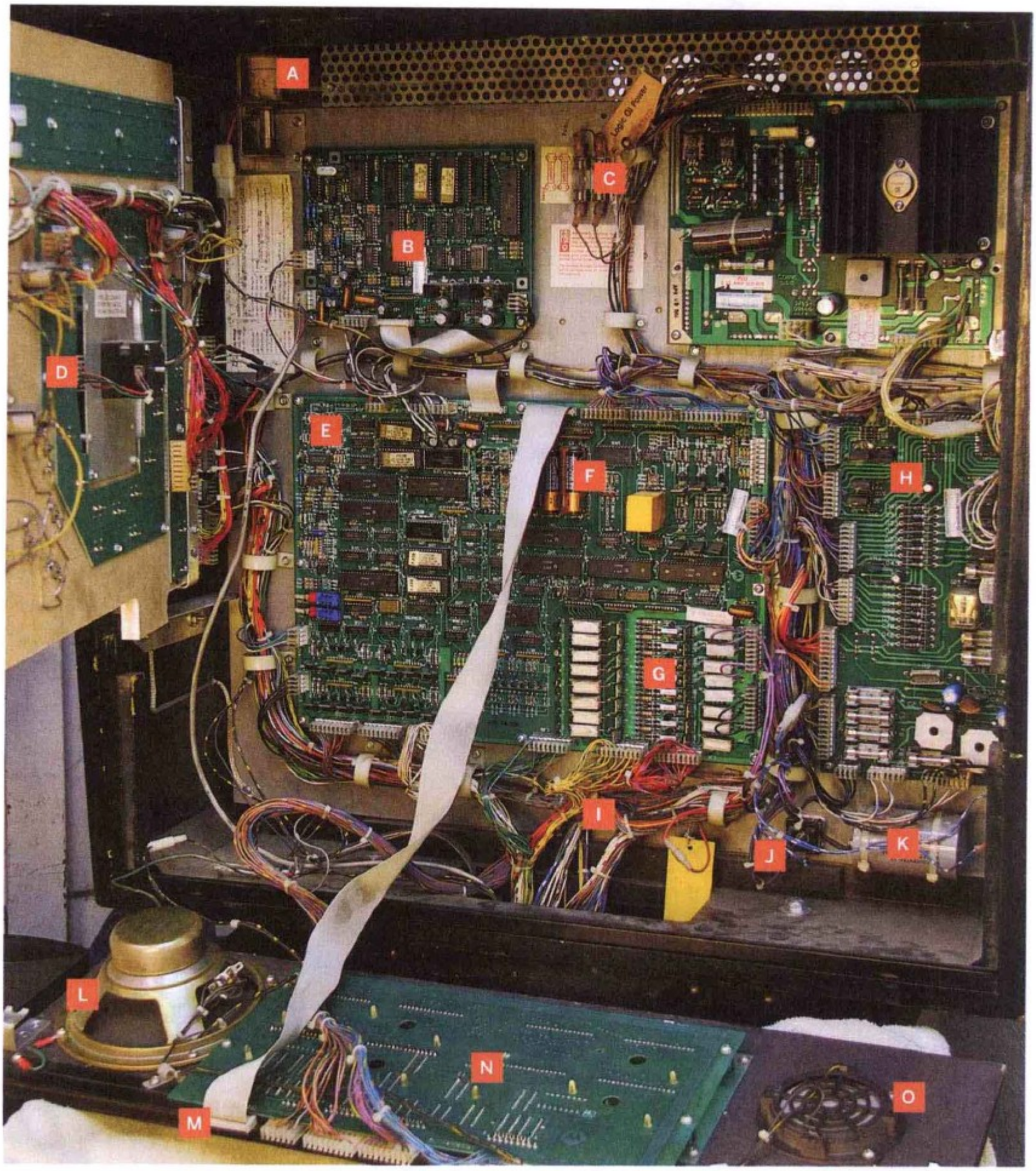
运行诊断和检查部件

查看工作手册和维修指南确认怎样运行机器的诊断例程。所有晶体管的机器都有这些内容。在大旋风和巴里·威廉姆斯机器上，游戏得分后出现了中断，显示诊断程序出现了问题。转换内部的投币门能使你进入诊断模式，在那里你能通过导航菜单来识别大体上是什么问题。

诊断模式也让你能独立地测试机器的子系统，从单个的灯管到线圈都可以。有万用表和电路图在手，你用诊断模式能检查所有的部件。不管你是否有诊断程序指南，你都需要检查专属电源的电压（有好几个）、坏灯泡、线路中损坏的二极管以及短路或是损坏的线圈。

对于整流器，要用探针测量整流器电源部分的输出电压。万用表打到连续测试模式，将其中一根探针接地，然后接到每个三极管的金属片上。任何三极管如果测出为0Ω或是使仪表“嗡嗡”作响和短路都会使相应的线圈上电流一直导通。通常在线圈的两个接触点上会有一个二极管，这个二极管要虚焊在线圈上以便于对电路做更全面的测试：一些只针对线圈的，特别的冲击测试。

注意：像所有插在墙里插座上的设备一样，弹球机也能引起触电。在进行机器内部操作时要小心，一些电子设备在断电后仍会活跃一段时间！接地故障也是常见的，所以一些本应不会电到你的设备有时也有可能会让你触电。机械方面，弹球机里有很重的钢球在高速运动着，所以你可以想象如果碰到手指会发生什么。



内部构造：

[A]闹铃，在游戏赢时会自动作响。

[B]声卡

[C]熔断器座

[D]神奇转轮，偶尔在后台转动的轮子。

[E]MPU/驱动板，包括CPU、软件、输入门矩阵和输出驱动。

[F]坏电池泄漏到了主板上，把剩余的电池丢入Ziploc袋中。

[G]驱动晶体管，通过控制线圈，使台面闪光灯工作。脚蹼板在这台机器中不是由这部分所控制。

[H]辅助电源板

[I]导线束，连接面板和MPU。

[J]桥式整流器，多合一的，但这个发热量很大。

[K]大功率电源电容器

[L]左扬声器，中频。低频的在箱子的底部。

[M]显示电缆，不能反向接！

[N]显示板

[O]右扬声器，高频。立体音效果由高频得到，但不真实。

更换电池

像许多电晶体的弹球机一样，在关机后大旋风也有电池来保存它的设置和最高得分。这些电池可能泄漏酸性物质，腐蚀CPU主板。所以在没有接电之前，我们的首要任务是取出放电池的匣子，打开，然后更换里面的电池。

在我这台大旋风里，电池座已经被泄漏的酸性物质腐蚀坏了，但CPU主板依然很好。我从主板上剥下老的电池座，将新的、接在板外的电池座上的线焊在主板上。我将新电池座装入密封袋中，然后把它和固定背面一个晶体管的螺钉栓在一起。这样做是为了以后不让酸性物质影响内部主板，并且我建议所有那些主板上有电池座的机器都像我这样做。

抬高面板

打开机箱前的投币机门，移动面板玻璃向里面左上方滑动一点。这会松开机器前贯穿玻璃的锁栓，玻璃会很容易地从上面滑出来。将它小心移出，边缘向下放在如毛巾样柔软的东西上。

在小球不停地在台面上乱蹦之前，把它拿开是很重要的，以免它们掉落损坏了灯或者其他部件。为了将小球取出，要将台面稍稍向上抬起，轻弹下金属片将小球推进发射器中。当所有小球都移走后，你可以通过左后摆动面板使之和背景玻璃保持垂直。

开始的故障和清理

我开始清理面板的底部、脚蹼挡板，然后清理到顶部。在清理时我首先面对的是污垢。处理大旋风时，我很快碰上了许多紧固螺钉，这会很好地锻炼我在简单开放的地方处理这些的能力。为了清扫灰尘，使机器很快整洁起来，我需要将面板上各个部分都移开。我拿着照相机对着面板和各种组装部分拍了100多张照片，以便于以后我再把部件重新组装起来。

在拍照记载完后，我将左下方最简单的1/4块区域拆下来。用温水和棉擦布擦拭，很快就擦出了许多污垢和灰尘，只留下了下面的一处地方：被数以千计的细小油漆泡所覆盖着。可能是以前喷涂油漆不够好的证明，这并不算主要的缺陷，但是却很引人注意。

对于其他所有零部件，我都用温水擦拭，特别是那脏兮兮的塑料部分，我用Novus #1和#2来处理它们。如果你不打算完全更换橡胶圈，那就用橡皮来对付那些脏橡胶圈。

面板的细节

有三种弹球机的游戏面板：漆木的、聚酯薄膜的和花纹板的。每种都要求有细致不同的清洁技术。在漆木的面板上，通常会绘上艺术作品，但是在弹球和来回摆动的挡板的摩擦下会有磨损。为了防止这样，有些生产厂商开始采用在背部贴聚酯薄膜来制作面板。到了1990年左右，巴里·威廉姆斯开始在整个木板上用厚厚的Varathane材料覆盖，并标记为花纹板。

我的大旋风上有简单的绘画，高兴的是这些画还很好地保留在游戏面板上，这使我用清水就除去了图画上大部分的污垢。我最初清理时用的是野猫平台清洁剂，接下来用的是磨蜡、清洁剂还有一点粗蜡质的清洁剂。

请注意，野猫清洁剂会损害塑料，所以不能用它来清洁坡道或用在塑料材质旁边。如果你使用硬质清洁剂来清洁面板，它会变得暗淡无光。花纹板就要求用好的磨光剂比如纳瓦斯1号和2号。所有上面提到的清洁剂都能在弹球机零件供应商那里得到。

新的灯泡和垫圈

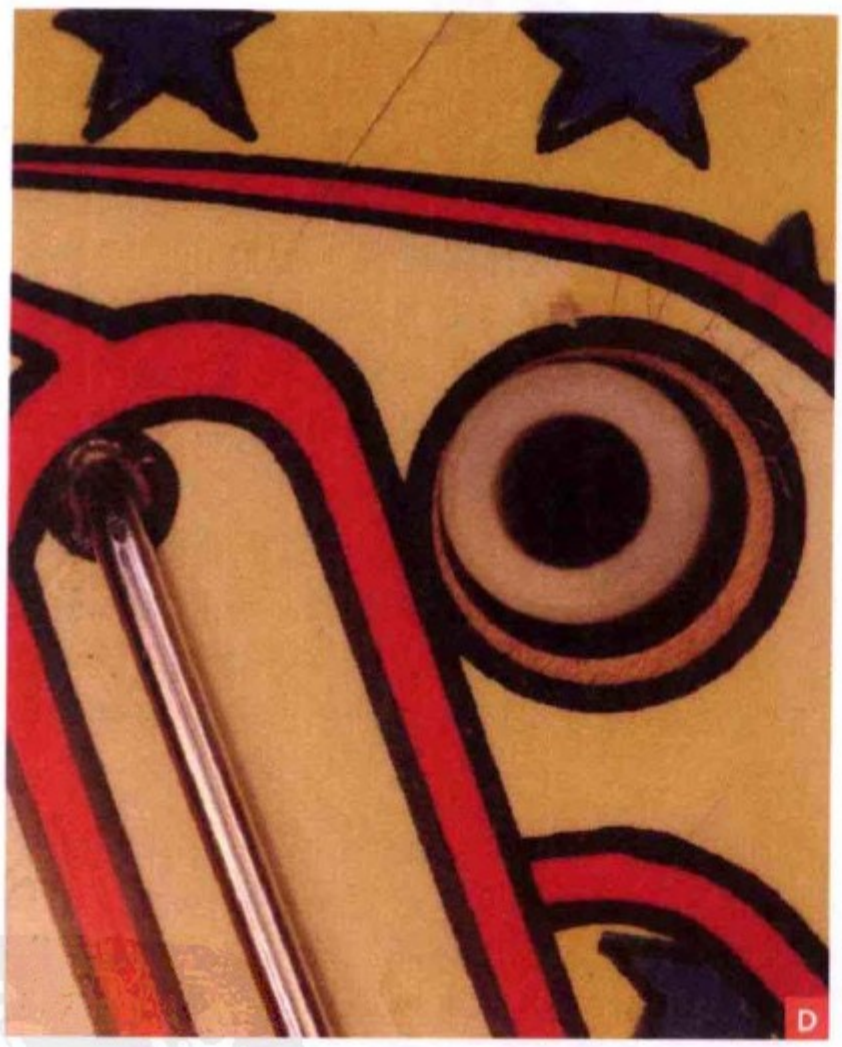
在面板上的零件被拆掉的同时，我也更换了所有烧坏了的灯泡并把所有普通照明用的灯（需要一直亮着的灯）从44号改到了47号。后者只需要更少的电能，可以减轻电源的压力。清洁机器弥补了一点灯光的不足。用较亮的44号的灯泡时，计算机控制的特殊照明效果会更加出众些。

在完成了对面板上的零件和其本身的清洁后，我要把它们重新组装起来，要用新的橡胶垫圈替代旧的。

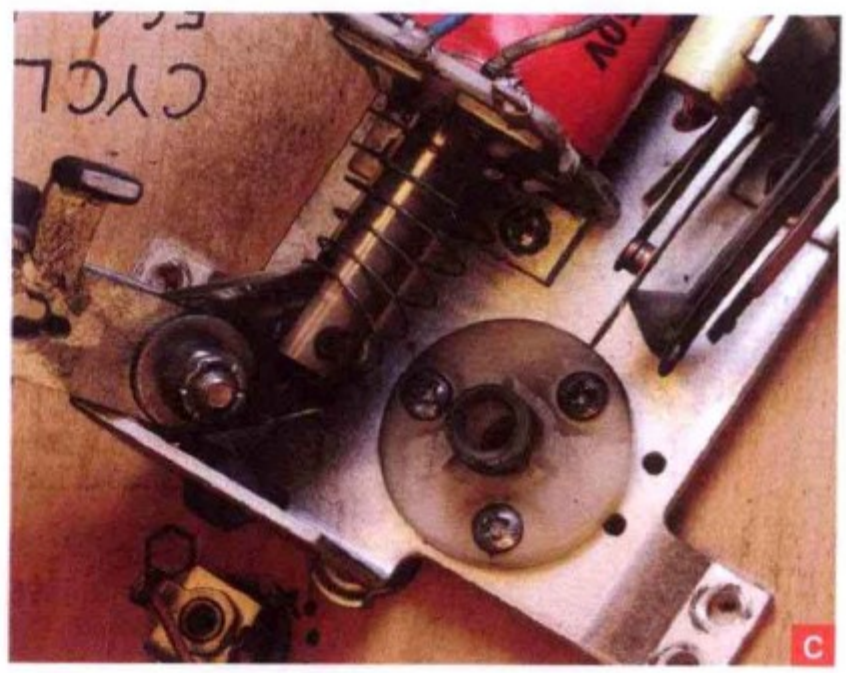
游戏台面上部

清理台面上部就像清理台面的下部，但有更多的部件需要移开。在大旋风的顶部有个网状的环形轨道，其中许多都有集成开关。一些开关并没有连接到面板的下面，这让你能用附属的开关来拆除滑道的某些部分。除了三条分









大旋风的图画、面板和机械。每台弹球机都是独一无二的，不可复制。
图A：南希和罗纳德·里根客串。
图B：左脚踝板。
图C：脚踝轴拿掉后的机械。
图D：清洁一新的面板。

立的斜坡外，我还移走了弹球发射装置和一些塑料膜。在这些装置的下面我还发现一大堆小橡胶片，大多数都很脏，我甚至还发现了一些豆荚种子。

在清洁并再次组装好后，我重新调整了坡道的位置。我把台板垫在下面，让小球在坡道上滚动，并微微调整坡道的位置，使小球滚动时不致被上下的轨道所卡住。

> 弹球机就像是一辆20世纪70年代中期的英国敞篷小客车，它明明工作得挺好，但总有些地方你需要维修、清洁，或是为了让它能工作得更好而苦恼。

紧接着就是摩天轮了。我发现它之所以不转是因为它的传动带坏了。修起来很简单，但需要花费6美元，这种特制的橡胶带显得比其他普通的橡胶片贵很多。安装也不是很容易，我需要把转轮整个分解下来，然后把橡胶带包裹在中心轮毂上，最后再将它连接到底下的电机上。

清理下部

台面的底边处清理起来很简单，在大旋风上，滚球导轨和台面下方各种设备连接在一起，它和上边的导轨是同一种塑料做的。尽管我第一次打开机器时，原本透明的导轨已经接近不透明了，但也必须清洁干净。用一点纳瓦斯2号可以清洁干净。

如果我的大旋风上的油漆保持得很好，我将会把两边的游戏台面都剥去，然后在上面覆盖上能自动清洁的表面材料。但如今，这已经不太值得做了，可我依然在寻找着一种NOS台面，如果我装上这种台面，将使机器闪闪发光无比完美。

重做脚蹼板

每一次，脚蹼板，就是金属转具都由继电器线圈带动然后在猛烈撞击后停止。这样重复了成千上万次，转具的底部会发生形变，如果不更换，它最后会磨碎其边缘，并能扯断线圈，导致短路或是断电。大旋风使用的是Fliptronics 1型脚蹼板，由50V交流线圈驱动，这足以击穿开关，所以它要像其他机械装置一样经常更换。把Flip 1型升级到Flip 2型是可能的，后者有软件自动控制，并使用电压更低的开关，但这又是另一项工程。

重做脚蹼板包括把旧的取下来，并将其所有的部件都用新的替换。这一环节经常是取其整套的零部件。最棘手的部分是把两片脚蹼板一起组装上去，使它们在“低位”时有相同的角度，并且不再对面板表面造成磨损。我的大旋风，由于脚蹼板调节不够正确，在小丑的嘴巴处留下了磨损的痕迹，但是并没有对画面整体造成破坏，而且我用绘图笔对破损处做了些润色。

最后，是时候把游戏面板重新装上去了，再放进小球，启动游戏。在把玻璃装回去之前就启动游戏是非常有好处的，因为在密封机器前常常有些其他的苦恼的事情需要处理。

我还必须找出为什么3号玩家显示器不工作了。但不可否认，机器已经处于非常良好的状态了：富有光泽、反应灵敏并且可以试玩了。老实说，考虑到机器工作得这么出色，修理显示器就从任务清单上被拿掉了。

持续维修

弹球机就像是一辆20世纪70年代中期的英国敞篷小客车，它明明工作得挺好，但总有些地方你需要维修、清洁或是为了让它能工作得更好而苦恼。保养一台复原的弹球机

是很容易的，尽可能多地清洁游戏台面、零部件就可以。污垢是在机器中产生的，而且如果金属片上黏有污垢，它们很容易渗透到台面上，为以后更加严重的破坏埋下种子。在干净的台面上，它们会被震动，离开一些容易受损的地方。

会议、修改和升级

世界上有弹球机交易市场、弹球机会议甚至是世界性的弹球机比赛。浏览Pinball New网站来了解最新的资讯。在网上有一个很大的弹球机社区，包括很多最初的弹球机设计者们。弹球骇客还提供一个开源的弹球模拟控制平台——PinMame和PinMame-HW，它能用计算机控制一系列的弹球机，如果弹球机上原始的主板坏了或不见了，这倒是个修复它们的好方法。

许多机器都有相关的使用技巧和升级系统。在某些情况下，一些弹球机上会包含一些用于特殊需要和情况的开关和线圈。这些东西有时会因为要降低成本而被去掉，但是软件一般是不会移动的。

完全版的软件会在流行的业余爱好者机器里增加些特殊功能。比如，暮光区域的流行家庭版软件加进了“暂停”功能：如果你抓住了小球，按下特定的按钮，机器就会停下来，并一直抓着球直到你再次恢复游戏为止。通过一些实验，你能发现你的机器会支持哪些特殊的功能。

因为弹球机是很模块化的机器，许多控制线路和机械系统会因为现实中艰巨的任务而损坏。但你能用合理的价格在网上买到零部件、完整的原理图和文档。弹球机的子系统在现实中也能提供强大的任务支持。

你可以使机器变得更加活泼，并且不必做功能上的或是永久性的改动。例如，许多亚当姆斯家庭的拥有者都会在游戏的电子轮椅上放上一个滑稽的人物。

比尔·邦格勒和他的儿子一起在高电压下工作，习惯用火进行热处理，编程序并寻找程序的不足，并且试图让东西做出无法预测的事。了解更多请登录：friday.com/bbum。





特殊工具

一个多位磁性螺丝刀，最好是带有伸缩回收工具的，它是你目前最重要的工具。弹球机里有数不清的螺钉，它们分布在难以够到的地方。如果机器正在运转时不慎将螺钉丢入，会影响到线路和机械部分，除非它从细小的缝中漏下。

一台万用表，能测量高低电压。现代的弹球机应用5V的交流电压来为逻辑电路和传感器供电，15~50V交流电为灯泡和线圈供电，400V电压驱动等离子计分显示器。

一个大箱子能容纳不同电流强度慢速和快速冲击的玻璃保险丝座。弹球机有严格的运行功耗参数，所以你不能更换保险丝的型号和改变电流的强度。

一整套齐全的橡胶垫圈，为你修复机器做准备（如上图）。许多旧橡胶圈被金属器件损坏，使它们难于使用。

在修复时能更换新的垫圈会令你以后不会沮丧。

为了你修复的机器，重做脚蹼板套件。和橡胶圈套件一样，这些都能在弹球机零售店里买到。见makezine.com/08/pinball。

小神游之改造

游戏、音乐、电影、图片以及电子书等种种小巧而万能的设备。

菲利浦·托罗恩

经典的小神游游戏机最适合在坐飞机或乘车排队时用于打发时间。但背着大量盒式磁盘到处走，实在浪费背包里的空间。于是我决定丢掉一些。我寻求到一种能将所有游戏装在一只盒式磁盘里的方法，同时找到一个又能让我播放音乐、图片和电影的好方案，我甚至还在运行UNIX。

解决全部问题的关键是一小块硬件，名叫“闪盘连接器和存储卡装置”（gameboy-advance.net/flash_card/gba_X-ROM.htm）。虽然价格高达89美元，但它绝对是物有所值的。它与小神游掌上游戏机相兼容，是因为它基于一款特殊的能适应小神游的盒式磁盘，该磁盘拥有512MB的闪存，并通过USB与计算机相连。这款闪存磁盘能够存放最多32种盒式磁盘游戏，并使你可以下载数千种可以下载的免费软件。在免费模拟器的帮助下，你可以通过其他系统来玩游戏，这个盒式磁盘还可以存放视频、音乐、电子书以及相册。

开始

在你给任何部件接通电源之前，下载并安装能够控制小神游与计算机之间连接的软件。你可以下载X-ROM驱动以及小作家，两者都到上面所罗列的网页上下载。

用电缆将小神游与计算机相连（指导说明书上说插入USB集线器不管用，但我这样做却管用）。然后，给小神游通电，并按住开始和选择键不放。计算机上的小作家程序就会检测到小神游的存在，当它加载完毕后，你可以在计算机上将小神游备份，或将计算机上的新游戏传送到闪存磁盘上。这些游戏都以GBA（亦即ROM）文件的格式存储和读取。将所有的游戏盒式磁盘备份大约花费了我1小时的时间。

免费小神游游戏

在谷歌上搜索“小神游ROMS”[sic]，你就会得到数千款游戏。我喜欢gameboyadvance-roms.tk和pdrons.de上的一些自制免费软件。

将GBA文件拖到小作家的ROM窗口中并点击“闪存”，就能把这些文件复制到闪存磁盘里了。将这些文件复制完毕之后重新启动，你将会看到一个新的游戏菜单。免费游戏通常比经过授权的游戏小一些，因此你可以在闪存磁盘里装入更多游戏。

游戏模拟器

用模拟器将针对其他游戏平台而设计的游戏的原始格式转译成兼容的.GBA ROM文件格式，你就可以用小神游来玩其他一些游戏了。我用免费的GBA模拟器玩阿罗士（SMS）、任天堂娱乐系统（NES）、超级任天堂娱乐系统（SNES）、原始的小神游游戏，甚至1982年的辛克莱尔ZX计算机游戏（我尤其喜欢任天堂娱乐系统里的银河战士）。你可以到gameboy-advance.net/gba_roms/emulated_on_gba.htm链接里找到这些游戏和其他更多游戏的模拟器。

其他惊喜

除了游戏，这种使用模拟器的方法还可以延伸到其他一些媒体，而出现的一些免费转换软件使你可以将大量文件转换成GBA格式的文件，比如视频片断、音乐、幻灯片放映以及文本文档格式的电子书。上面的网站也链接到这些文件。至于音乐，你首先需要将它们在音频编辑软件里将其转换成.PCM格式。其样本率可以达到11 025Hz或8 000Hz～11 025Hz对于我来说正好。如果用立体声就会使其加倍，因此对于口头语言最好用单声道。

与此同时，甚至有一款针对小神游的UNIX系统。我没有合适的文件来压缩ROM以使其能运行，但这里有一份指导说明：kernelthread.com/publications/gbaunix。

菲利浦·托罗恩是本书英文版的副编辑。



一只操纵杆矗立在我们最喜欢的海军准将（不是莱昂纳尔·里奇）的内心和灵魂。

改造海军准将64直接电视设备

复古游戏中的操纵杆可以很容易地转换成海军准将计算机模拟器。

马克·R.布朗

复古游戏最近又掀起一股狂热，猛犸玩具公司制作了一款能够模仿30多款海军准将64位游戏的游戏操纵杆，从而让人们重新发现了20多年前的游戏，包括Paradroid、Uridium、碟中碟以及世界冠军空手道等。它直接插入电视机中，不需要控制板。美国家庭购物网以30美元销售这款C64 DTV（直接电视）设备游戏操纵杆。与1美元玩一次游戏相比，这可要便宜得多。

C64 DTV的心脏是一枚特定用途集成电路芯片，它既模仿了原始的C64，又将RAM的速度提升了一倍，并提供16倍的调色板（也就是说128K和256色）。但DTV也并未代表现有的全部，为此我们要感谢一群开发团队，他们并未满足于现有软件所提供的服务。他们采用未经授权的方法和手段加载DTV，结果并不奇怪，这款玩具拥有了海军准将改造者的一大群信徒。

你甚至不用打开外壳，就可以将这款游戏操纵杆提升到C64模式，运行一些“秘密”游戏，找到大量复活节彩蛋以及唤出屏幕键盘，从而可以用C64指令行来编写并运行BASIC程序。

若你将DTV拆开研究其内部，你会发现其电路板上面贴了许多帮助性很强的标签，还有一些有助于改造的焊盘。在已经在网上兴起的C64 DTV改造论坛上，从强化音频到组装一些闪存模块，人们交换着各种各样的改造创意。总而言之，这款C64 DTV是骇客的梦想所在：一款21世纪的海军准将64。C64团体为此兴奋狂热，便没有什么不好理解的了。

摄影：马克·R.布朗

改造硬件

DTV改造群体已经为这款游戏操纵杆平台设计了一些华丽的改造。增加一个电源供应器、一只磁盘驱动器以及一个键盘（并非我们不喜欢用操纵杆在屏幕上操作），我们将自己的C64打造成一款羽翼丰满的海军准将C64复制品。如果你会使用螺丝刀和焊铁，完成这些改造是很容易的事儿，而完成此次C64复制改造之后，你可以进行自己独有的其他一些改造。

部件列表

一只“爆棚”电源转换器。 它可以输出5V或更小、800mA或更大的直流电。你在废品堆里很可能已经有一只这样的电源转换器。但在你开始焊接之前，请用万能表对它做一番测试，以确保它的输出电源不会大于5V。我知道DTV很结实，但你还是不太愿意将它的电源调节器烧坏。

一个PS/2键盘。 你可以使用带有较大的连接器的旧版，或用连接器较小的新版。但不要用那种特别古老的AT风格键盘，它们在这里并不适用。

一个海军准将1541、1571或1581磁盘驱动器。 要至少有一张可兼容的软盘。如果你家里没有磁盘，你可以到“eBay”上买一只。一定要保证它有电缆。如果没有，你也可以买一根超便宜的海军准将磁盘电缆（见本文末尾的链接），或花10美元买一根新的。

工具：

中等型号菲利浦螺丝刀和小号一字螺丝刀。
焊铁（小于30W，尖端良好）及焊料。
美工刀
万能表
实心架空电缆（24标准尺寸）。
收缩胶膜管或绝缘胶带。
冰冻饮料

开始制作

先将DTV的电池取出来。然后将游戏操纵杆基座下面的4根菲利浦斯螺栓卸下来，再用一字螺丝刀将基座的上半部分撬开，要注意不要将中间连接的导线拉断。

将插头从电源供应器上切下来，插入电源，并用万能表检测负极/接地导线。然后将其从电源上拨下来。在DTV内部，用美工刀将基座上半部分内侧的电池接触端的硅去掉。将电源转换器的正极导线焊接到与红色导线连接的接触端，将接地线焊接到与黑色专线相连的接触端。再次插入电源，保证当你打开电源时，LED灯是亮的。

电源供应器已经改造完毕。现在，可以改造键盘了。将键盘的连接器切掉，将插头一端的皮剥掉一些，并用万能表检测何种颜色的导线与键盘插头的插脚相连。有两种规格的PS/2插头，其插脚分布不一样。如下面所罗列的一样，记下连接器电缆内部导线之间的对应关系及其功能。

大型号PS/2连接器（插头端）



插脚	功能
1	时钟
2	数据
3	未连接
4	接地（电源–）
5	+5V直流（电源+）

小型号PS/2连接器（插头端）

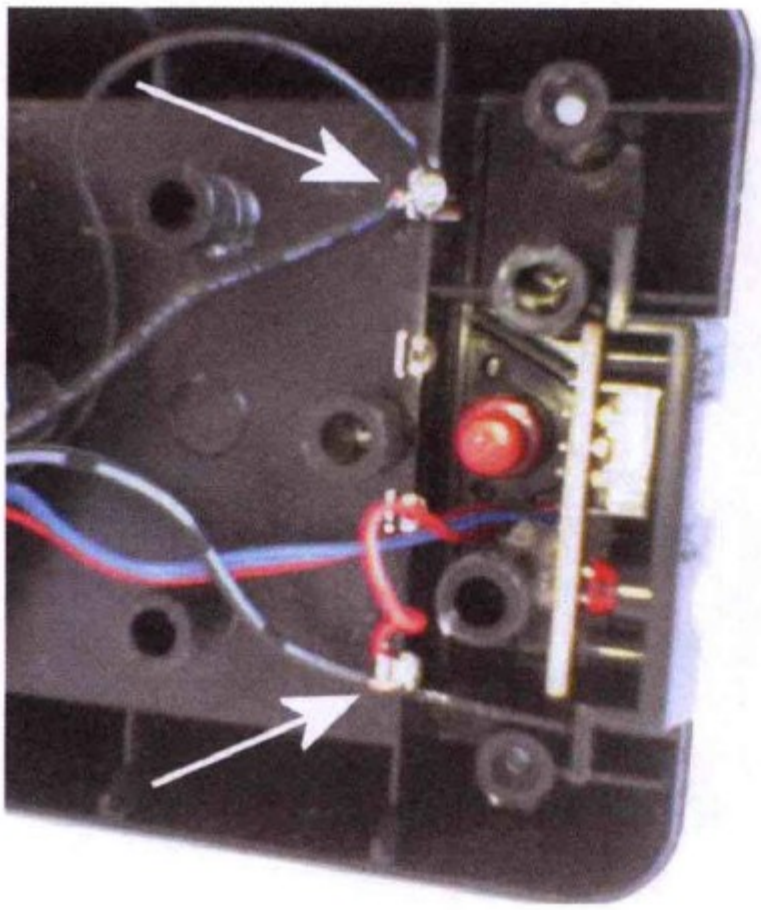


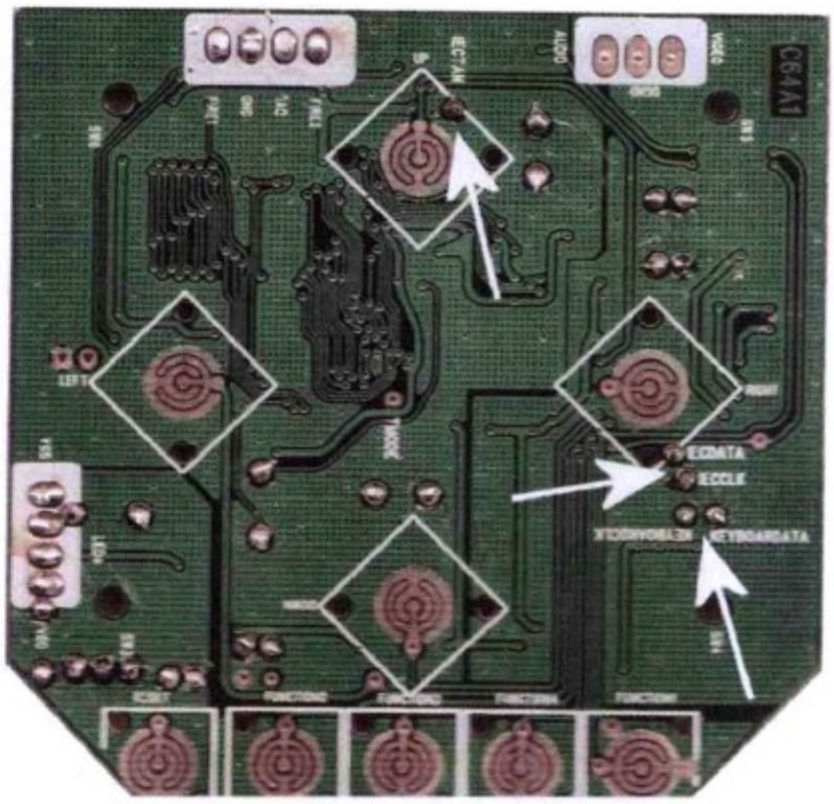
插脚	功能
1	数据
2	未连接
3	接地（电源–）
4	+5V直流（电源+）
5	时钟
6	未连接

现在，可以将DTV的两块电路板取出来了。4根螺栓固定着主电路板，另外两根固定着小一点的游戏操纵杆按钮的电路板。将它们全部拧下来，将电路板组合取出来，注意不要使七颗红色的塑料操纵杆按钮掉在地板上并滚到工作台下面。

将电路板组合翻过来，找到4个橡胶护垫，它们是操纵杆的接触点。将操纵杆电路板向上时位于12点钟和3点钟方向的两个橡胶护垫取下来。找到图中右边用3根箭头标记的5个焊盘：它们上面清晰地标记着“键盘数据”、“键盘时钟”、“IEC时钟”、“IEC数据”和“IEC延伸”。这些便是你要焊接键盘和磁盘的位置。

准备好4根3～4英寸的架空电缆。将键盘电缆一端去掉一些皮，将导线伸展开，并参考配色功能相应地找到数据、时钟、+5V直流电以及接地线。给焊铁通电，并用架空电缆将前两根





在DTV上半部分的下面，我们将电源供应器及主电路板的键盘电源接触端与上图所示的电池接触端相连。如上面图中所示，DTV的主印制电路板上清晰地标记了用于连接外围键盘、磁盘等设备的接触点。这便是骇客友好型设计！

导线分别焊接到“键盘数据”和“键盘时钟”焊盘上，将+5V直流电导线和接地导线焊接到你前面已经焊接到电源供应器上的接触端上。

不管从电路板的哪一侧，你都可以将导线插入并进行焊接，但如果你将导线从部件的一端插入再焊接，将会容易得多。用热收缩管或绝缘胶带将连接处进行包扎（像这样用导线将键盘直接与电源终端相连，绕过开关，这意味着当DTV插入电源时就立即供电了。这样做是可以的）。

接通电源供应器，打开DTV，在它启动的过程中一直按住键盘上的“K”键不放。DTV就会直接启动进入BASIC模式。如果你看到的只是常规的游戏菜单，检查一下连接并重试一次。有些人反映，需要重启好几次DTV才能识别出附加上去的键盘。然后切断电源，并拔出插头，才能继续进行下面的步骤。

现在，我们可以连接硬盘驱动了。与连接键盘时一样，你首先应该将电缆的导线展开并根据其插脚的位置，识别其不同的功能，可参考下面的图表。我们只使用到4个插脚：接地、延伸、时钟和数据。

磁盘驱动序列连接器（插头端）



插脚	功能
1	服务请求（SRQ）
2	接地
3	延伸（TAN）
4	时钟
5	数据
6	重设

接下来该做什么想必你已经预料到了。将3段架空导线分别焊接到标记有“IEC时钟”、“IEC数据”以及“IEC延长”（这是一个打印错误，应该为“IEC延伸”）的焊盘上，然后将导线的另一端与磁盘驱动的时钟、数据和延长导线相连。最后，将接地导线与电源供应器的接地端相连。

现在，你只需要将所有部件再组合到一起就好了。将连接器插头的尖端穿过电路板上的孔，然后从另一侧轻轻地将它们拉过来。重新将所有的红色按钮放回原位，将电路板安装合适，并用螺栓将其固定。钻孔、切开，或用达美工具在DTV的基座上钻个孔，其大小要足以穿过电缆。

将电缆的另一端插入海军准将磁盘中并打开电源。给所有部件通电，按住“K”键启动进入C64模式。插入软盘并输入LOAD“$”。你应该听到磁盘旋转的声音，而DTV应该从磁盘中加载文件库。输入YLIST，可以查看磁盘的内容。

用尼龙扎带将里面所有的导线扎结在一起，以提供足够的强度，防止哪天你突然将它们从电路上拉下来。小心地将导线从孔中穿出，将基座的上半部分外壳合上，然后将4根螺栓插进孔内并拧紧。

现在你已经骄傲地拥有一台全新的升级版20年之久的计算机了，是不是感觉非常爽呢？

接下来该怎么办？

如果你只想下载并运行C64程序，找一根XE1541电缆就可以了，它将一个海军准将磁盘与你的计算机相连，这样你就可以将下载下来的磁盘图像和程序传输到C64软盘上。可到sta.c64.org/xe1541.html上参考更多内容。

如果你是汇编语言编程人员，可到style64.org下载免费的Turbo Macro Pro+DTV汇编程序，在它的帮助下你可以体验DTV的扩展调色板和额外存储。你也许还希望改造S视频输出，以取代有时有点烦人的DTV合成视频并将单声道音频输出分成3部分离散的合成声音。或者，你也可以改造第二根操纵杆。至于上面这些以及更多的创意，可登录下列网站。

C64 DTV链接

C64雅虎社区

games.groups.yahoo.com/group/DTVTalk

DTV改造网站和论坛

www.orrville.net/dtvhacking

项目64-C64档案馆

project64.c64.org

芬兰大学网络C64软件档案馆（美国镜像）

ibiblio.org/pub/micro/commodore

秘密软件技巧

当你打开C64 DTV时，你会看到著名的海军准将“鸡头”标志以及一幅工作人员屏幕。然后C64的标准蓝色提示屏幕会跳出来，然后加载“*”、1以及运行等命令行就像有鬼魂在打字一样，就自动输入进去了。然后前面的显示屏幕消失，呈现在你面前的将是常规的游戏菜单。

在启动的过程中打断蓝色屏幕的进程，你会看到许多额外的隐藏设置。在启动的过程中，按住左边的游戏操纵杆不放，你就会更快地看到常规游戏菜单。在启动的过程中快速地左右摇动操纵杆，你就会进入C64模式菜单，里面有六款额外的游戏以及“基本提示”。

选择“基本提示”（左操纵杆按钮选择），你就进入BASIC模式，它与C64蓝色屏幕及提示屏幕一样，不过带有命令行界面。此时此刻，你按住左操纵杆按钮不放，就可以唤出一个可以用操纵杆控制的屏幕键盘。在键盘上摇动操纵杆，并在选择的字母上松开左操纵杆，你就输入了。如有必要可重复此操作。SH键（shift）的作用是移位锁定，在切换回来之前保持其状态不变（海军准将64的键盘与计算机键盘非常不一样。如果你不太清楚其工作原理，可以登录*lemon64.com/manual*，并参考第2.1节，熟悉海军准将64的键盘）。

在BASIC模式下，你可以通过输入：

```
LOAD "$"
LIST
```

来将程序排列在程序存储器中。

熵/电子演示是来自早期“演示屏幕”时代的一款人们钟爱的交互式艺术作品，如果你想运行它，进入BASIC模式后，输入：

```
0 POKE 1,55; LOAD "ENTROPY",1
RUN
```

然后按住A按钮同时向上推操纵杆约几秒，掠过这些屏幕。

C64 DTV也有大量的复活节彩蛋。这里面就有两个，其他的存在于*xrl.us/fmzm*。想观看海军准将传奇人物吉姆·巴特菲尔德与朋友喝啤酒，可以输入：

```
LOAD "1337",1,1
RUN
```

最后，想观看高层对话的话，输入：

```
LOAD "DTVTEAM",1,1
RUN
```

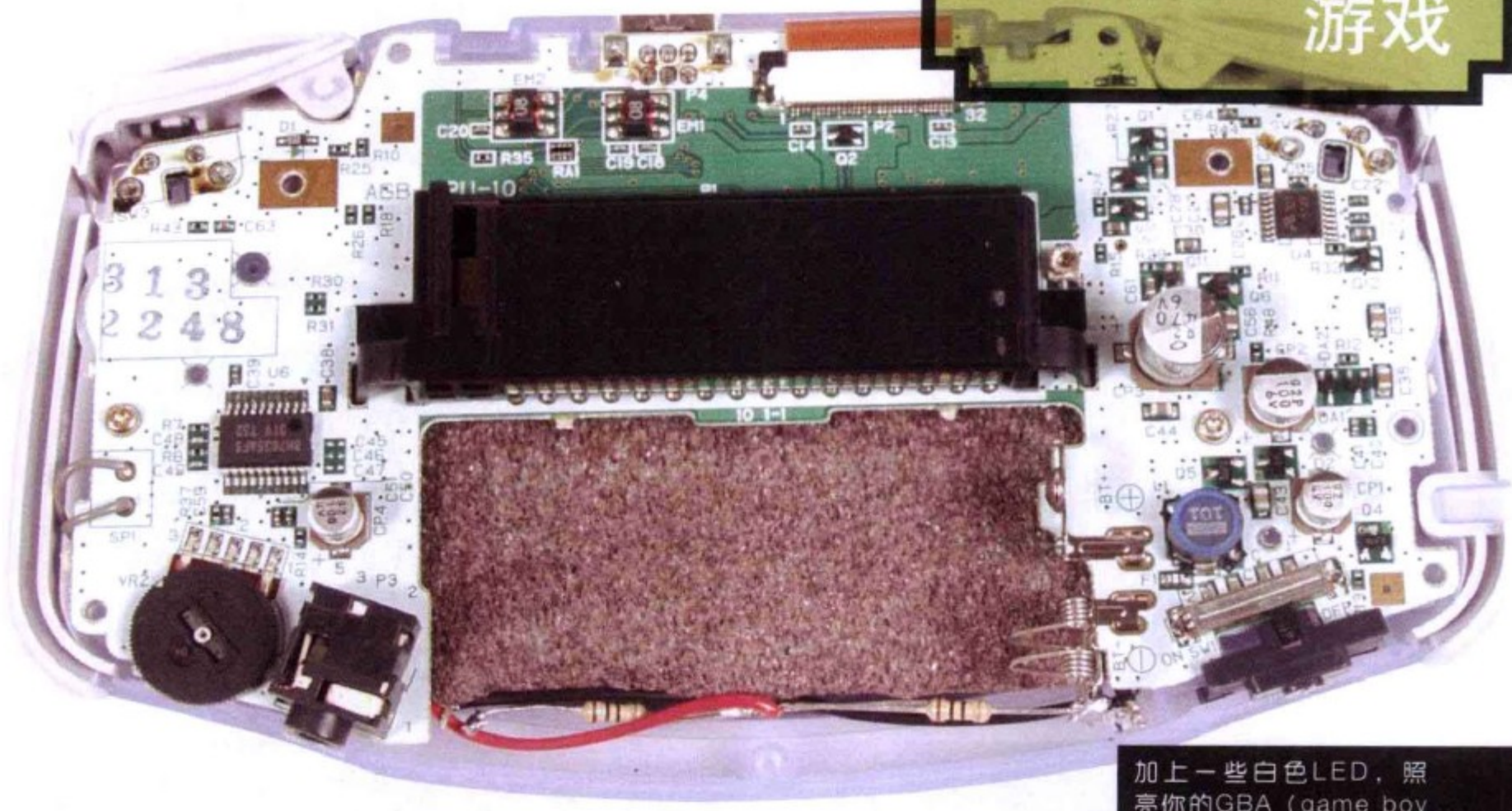
你就可以以BASIC模式唤出一张图片，几位C64 DTV开发团队的成员。

整个团队包括杰瑞·埃尔斯沃思（经理）、詹森·康普顿、艾德里安·冈萨雷斯、罗宾·哈伯伦、泊·奥尔弗森，以及马克·西莱亚。

马克·R.布朗是《传奇海军准将计算机》杂志《.信息》的总编辑。

DIY

游戏



加上一些白色LED，照亮你的GBA（game boy advance，任天堂游戏模拟器）游戏机的显示器。

必备前光光源

花5美元给你的GBA游戏机加上一个前光光源。

戴夫·普罗科诺

GBA游戏机最让人郁闷的是屏幕没有背光，白天倒是能玩不少时间。一到晚上就一点儿都不想玩了。

任天堂后来发布了GBA SP来矫正这个错误，这次装上了前光液晶屏。

材料

GBA游戏机

白色T-1 LED（2个）。我从goldmine-elec.com买的，货号是#G155b2。

100Ω 0.25W的电阻（2个）。

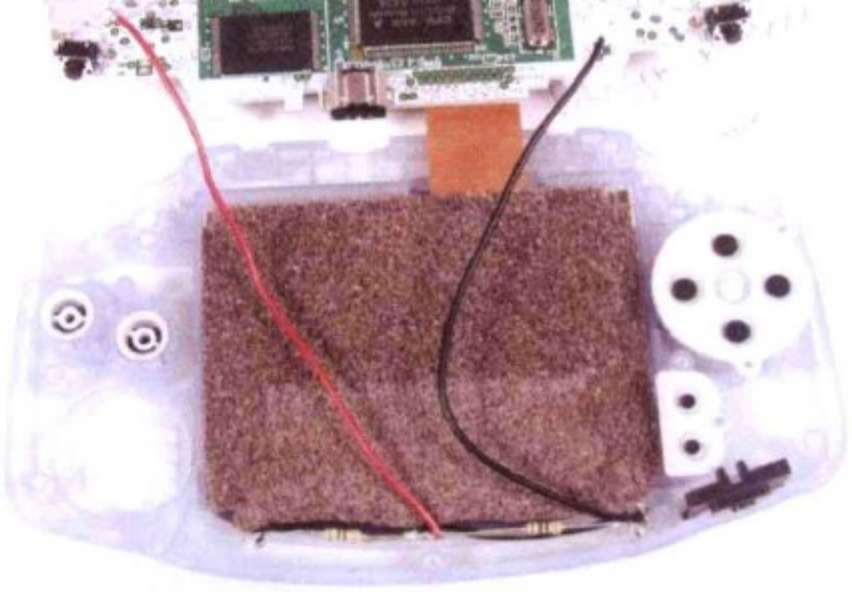
红色和黑色的绝缘线。

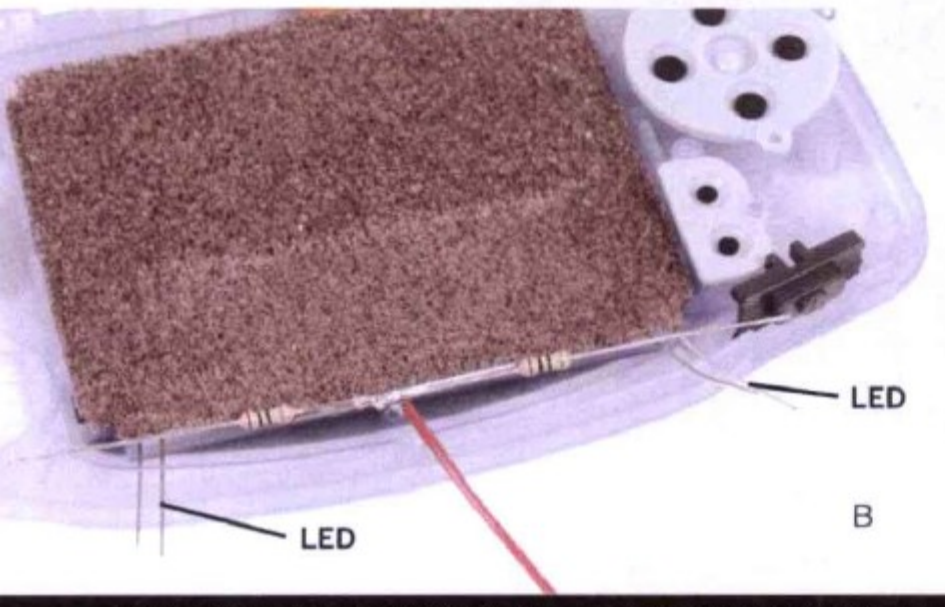
如果不买新的GBA SP，手头只有一个低档GBA游戏机能做些什么？Triton实验室出品的afterburner套件倒是可以用一个巧妙而清楚的前光液晶屏让GBA的屏幕亮起来。不过现在买不到了。我这里提供一个简单而粗犷的解决方案。我是看了Benjamiin Hechendornd的书《改装游戏控制器》受到启发的。其实说起来很简单，只是在壳子里装上几个白光LED灯，并从GBA游戏机的电源那里取电来照亮屏幕而已。

搞到元件并把它们塞到GBA里面还是很容易的，难的是先得把模拟器的外壳打开，这些壳子好像设计时就防备改装者的。任天堂是用了6个不能改的Y形螺丝，如果我们要想把这些

摄影：戴夫·普罗科诺









图A：液晶屏放在保护垫的下面，我们需要将两个白色LED灯放到下面的两个角上。

图B：将线束和LED灯放到GBA游戏机里的合适位置上。

图C：LED的负极连着黑线，正极通过电阻连着红线。

图D：最难的焊接是将电源和地分别和游戏卡接口板的S2和地连起来。

螺丝卸下来，需要一个Y形的螺丝刀，通常的螺丝刀是搞不下来的。你可以到Sears去买一套Craftsman工具，里面有一个32套件装的螺丝刀和钻子，其中包括4个Y形钻子和梅花槽。对应的货号是#00947486000，价格是25美元。

如果就为了搞定一个老式的游戏控制器而去买一套全新的特殊螺丝刀就有点开玩笑了。你可以把你的GBA游戏机带到电器修理店去。说不定那里能找到Y形螺丝刀，以后你就可以用比较常见的飞利浦螺丝来代替这些防盗螺丝了。

打开GBA之后，只需再拧开两个正常的飞利浦螺丝就能把主电路板和显示部分分开了。小心地从底部边缘开始将灰白色的保护层剥出去，露出液晶屏。接下来用一个细螺丝刀轻轻一推就能把屏撬上来了。

液晶屏的外面是一个盖着黏性胶片的黑色橡胶框，这个框起着支撑和保护的作用。我们得把这个框架的左下角和右下角割掉才能将LED装进去。割的时候要特别小心。我当时用的是一把非常快的刀子，慢慢地从橡胶中割出去两个小方块。

接下来把LED放到这两个角上，引脚朝外，然后在一小段红线的一端焊上两个10 Ω电阻组成一个T形。

将两个LED的负极也就是较短的引脚用一根黑线连起来，然后再拿一根黑线焊到随便那个LED的负极上。将两个LED的正极（也就是较长的那个引脚）分别焊到一个电阻的悬空脚上。

现在是考验水平的时候了。我们需要很仔细地把黑线的另一头焊到GBA游戏卡接口板上标着GND的焊点上，而把红线焊到标着S2的焊点上。

最后重新调整一下主电路板，重新把扬声器塞回到原来的位置。理理线，确认所有的按钮位置没错，然后就可以把所有的东西都装回去了。现在你已经有了一个新的前光GBA，而且能玩的游戏一个没少。那就开始玩吧！



小孩子玩CD游戏的时候用触摸屏玩得更好。

触摸屏

为还不会用鼠标的孩子准备的改装技术。

达米安·斯道勒兹

带过孩子的都知道，小孩子对外界事物的接受能力特别强。作为一个孩子的家长，我从来不放过任何一个让孩子学习的机会。我本身是一个技术狂，很自然的我就希望我的孩子们能够了解这个世界的硬件和软件的一切。

很多家长过度保护自己的设备（当然这很容易理解），但是他们的孩子却因此而丧失了一次学习的机会。他们总是担心小孩会把三明治塞到录像机里甚至触电，但是他们却忘了，孩子们只有接触事物和技术才能获得相应的知识和竞争力，而这一切都是在不断地犯错误和从错误中学习而来的。我是一个制作者、一个修改者，为了搞清楚事物的运作机理我已经搞坏了太多的东西。要是因为不让我的孩子搞坏我的数字设备而不让他们去学习简直太虚伪了。

摄影：达米安·斯托勒兹

小孩玩游戏

我们的女儿长大的时候，会去模仿她的父母。她喜欢坐在我们计算机前按键盘，好像她在工作一样。

我们给她买了一个亮色的PS2键盘，每个字母旁边有一幅画（A旁边有个苹果Apple，S旁边有条蛇Snake，D旁边有条狗Dog等）。她想和我们一起工作的时候我们就把这个键盘拉出来让她敲。

又过了一段时间，我们觉得得给她制作一个计算机了。孩子快两岁了。因此我找出来一个老的G3 Macintosh并给她买了好多专为幼儿设计的游戏。

但是我发现她用所谓的“易用”的鼠标总

是很费劲。她有时把鼠标拿到屏幕前，当然不会有任何结果。有时一边看着鼠标一边移动鼠标，然后再看着屏幕并把鼠标拿起来。在爸爸妈妈的帮忙下，她对某几款交互游戏很感兴趣，可惜的是我们必须在那里帮她用鼠标。

我因为一家叫Newision.com的卖车载计算机的公司对一系列VGA触摸屏显示器有所了解。这些7英寸或者8英寸的显示器是用在汽车的仪表盘上的，但是我觉得用在G3 Macintosh计算机上也很好。由于这个显示器自带Macintosh的驱动，我就直接连上显示器。我家小孩就立刻能自己玩游戏了。

我还自己整了一个有着大按钮的启动程序，这样孩子就能自己打开游戏了。有个游戏需要她自己输入自己的名字（作为一个有先见的家长，我给她取的名字只有3个字母），她很快就学会如何找到自己的名字输进去然后敲回车了。

移动娱乐

我的职业和兴趣之一是改装汽车。我没有买道奇捷龙（车名）的1800美元的车载DVD配件，而是自己装了一个Mac mini（599美元）和一个折叠式的触摸屏电脑（199美元），这样我女儿就能看高清的Dora the Explorer了。

当今车载娱乐系统的主要特征是所谓多区娱乐，意思是后排的孩子有耳机，这样前排的司机和乘客就可以听另一个音频节目。

我本来是想给她耳机的，但是发现不管是帽子耳机太阳镜还是别的什么东西，要在小孩头上放东西得花点工夫，我的目的是找到一个办法为她创造出一个独立的环境，这样我们就能自己听音乐了。

几乎所有的车载婴儿车的塑料架上都包着一个可清洗的装满泡沫的外罩。受去噪耳机项目的启发，我拆开了一个便宜的耳机把连接环取了出来，用胶带将它们粘到婴儿车塑料座的左边和右边，然后再把泡沫装了回去。花了5美元，我就给我女儿的车座升级了，装上了一个复杂的婴儿环绕立体声。

我用了一个小口延长线把耳机与车载DVD连接起来。现在我前座可以听Macmini的音乐，后座我女儿可以观看自己的DVD。由于头的左边和右边都有扬声器，孩子自己听自己的，完全不受前座音乐的影响。

婴儿也“疯狂”

小孩很快就喜欢上了多媒体，这使得她可以无穷无尽地听同一首歌。我女儿的某个CD里面，有一首大约2分钟的歌，她可以一遍一遍地听个不停。

不幸的是我们车里的CD机没有重复播放的功能，尽管这个小货车有方向盘控制，开长途的时候每两分钟按一次“回上一首”还是让人很不爽。

我想过给孩子装一个旧的iPod，但是这个接口过于复杂。还好苹果推出了iPodShuffle，这个Shuffle没有屏幕，很小，更重要的是界面非常简单，只有3个单功能键。

我们现在已经让孩子接受耳机了，这个不是指那种耳塞，我们说的是包耳的那种大耳机。

我们给孩子演示如何播放这个音乐，她需要拨iPod背后的开关来开机，然后按播放键，听到自己喜欢的歌之后，就只需不断地按“回上一首”就能重复收听了。

孩子虽然还在摸索使用iPod的窍门（有时候还会倒得过多）但是现在我们几乎不用去干预了。需要帮忙的时候，我们一般告诉她如何再次去听她喜欢的歌而不会替她操作（跟她说“按下这个左边的箭头两次，是你要的歌吗？嗯，好”），然后她就能自己完成了。

达米安·斯道勒兹是一位在连接各种计算机方面有着20多年经验的发明家。他还在O'Reilly媒体有限公司出版过自己的书《改装汽车计算机》。

1+2+3 自制旅行游戏

哈里·米勒

制作一种你喜欢的旅行版本的游戏，或者是可以在家制作的棋盘游戏。

你需要的物品：**磁性金属板（在办公用品商店能买到）、干净的接触印相纸、管带、可粘贴的磁性纸或者磁石、塑料卡片夹（用来夹卡片或者钱）。**

你能在旅途中带上你最喜欢的气派游戏吗？如果不能，跟着我的指示说明来开始你的旅行。我有很多游戏版本用于水路、公路、铁路，最原始的版本必须在地板或者桌子上玩。你可以拿着我设计的游戏在飞机、汽车或者船上玩。当你开始玩游戏时，记住棋子越少越好。

1. 制作一个磁性板子

河流、道路和铁路是由140块2英寸×2英寸大小的硬纸板小棋子组成的。在这些硬纸板上画着河流、道路、铁路，或者结合了它们三者中2个或2个以上的图形。对于一个旅游版本的游戏，这些纸板必须能够不扰乱游戏规则的移动，同时，比赛的场地也必须多一些限制。我发现用一块管带把2块大约9英尺×7英尺的磁性金属板拼在一起，会是一块适合在上面玩游戏的足够小的空间。



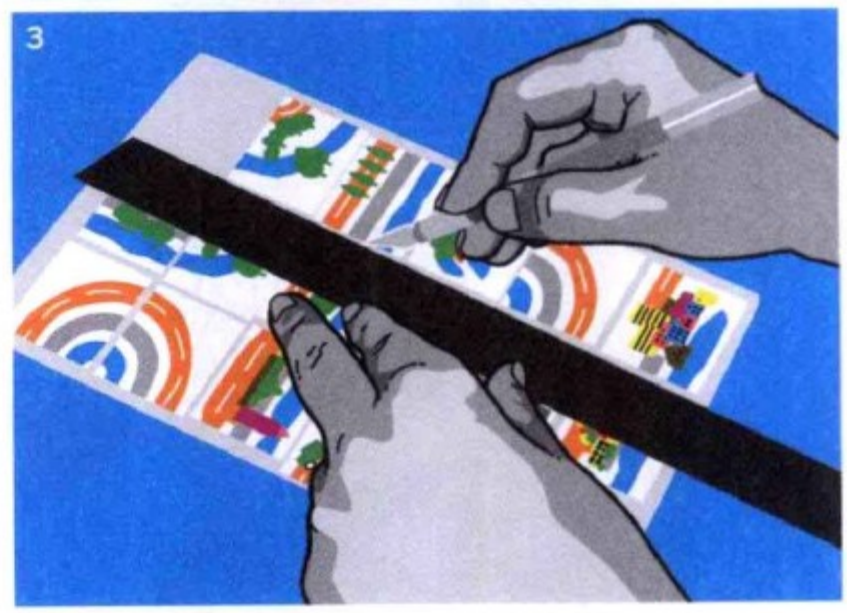
2. 缩小游戏棋子和游戏场地

通过使用打印机和复印机，能够将这些棋子缩小成1英尺×1英尺的小方块。如果游戏中有一个指定的游戏场地，你将不得不对游戏板做同样的处理，然后再把棋子贴到磁性板上。



3. 使游戏的棋子有磁性

取一块柔韧而可粘贴的磁纸，把那些棋子贴上去，然后再用干净的接触印相纸把这些棋子盖住，用一个切肉板把这些棋子分开，这样棋子就有磁性了。我把我的设计方案通过信件告诉了拼图广告商，希望他们能够生产（我甚至可能会因此得到一笔钱）。



额外收获

+ 拉链塑料包可能会和旅行包一样好用，同时那些塑料夹子也能使你的游戏卡片保持在一起。另外，由优质布料手工缝制的包，或者老式的香烟银盒子将会更适合做优雅的卡片夹。

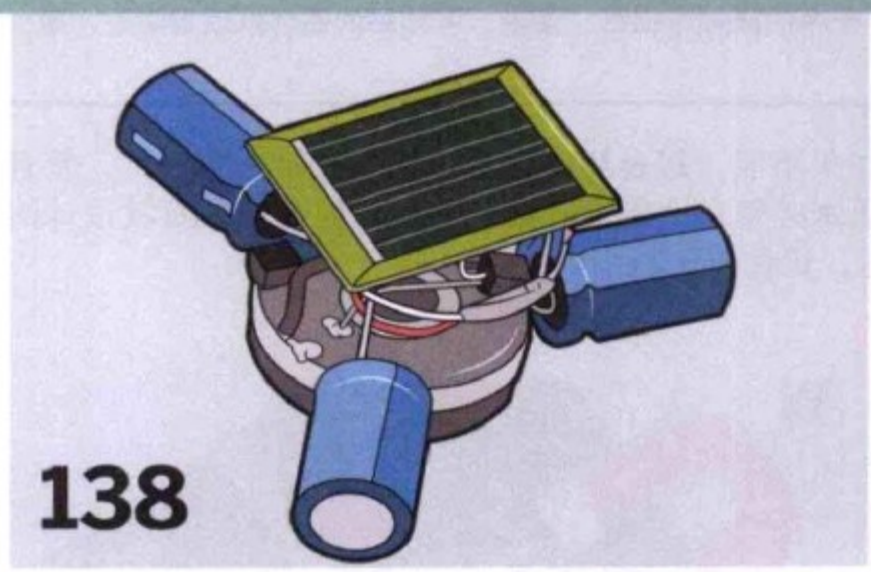
现在你的工作完成了！**尝试着玩玩这个游戏，以找出其中的瑕疵。如果游戏中有什么问题，请做出必要的调整，直到它变得完美！**

绘图：达斯廷·霍斯泰勒

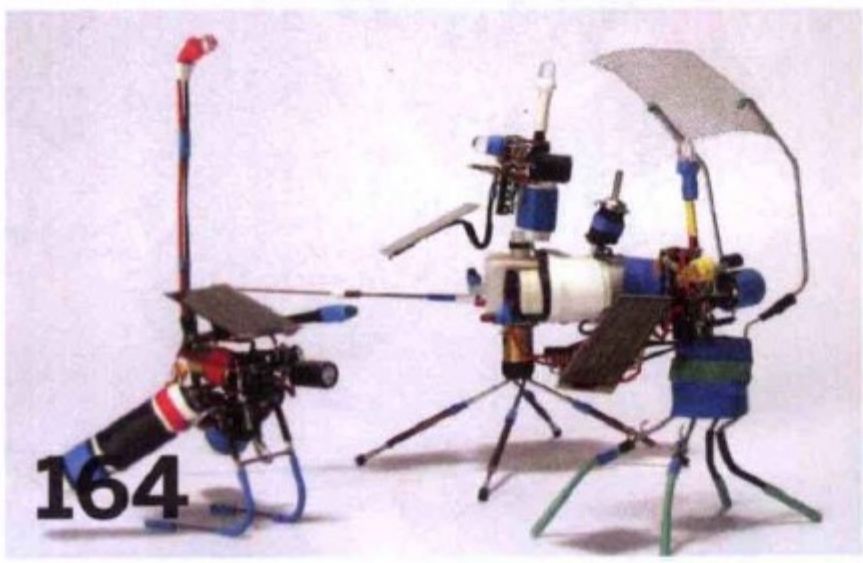
哈里·米勒是一个只有12岁，在家受教育的孩子，他喜欢发明、制作甚至毁坏东西。在晴天的时候，他会用一个放大镜炙烤那些塑料士兵。

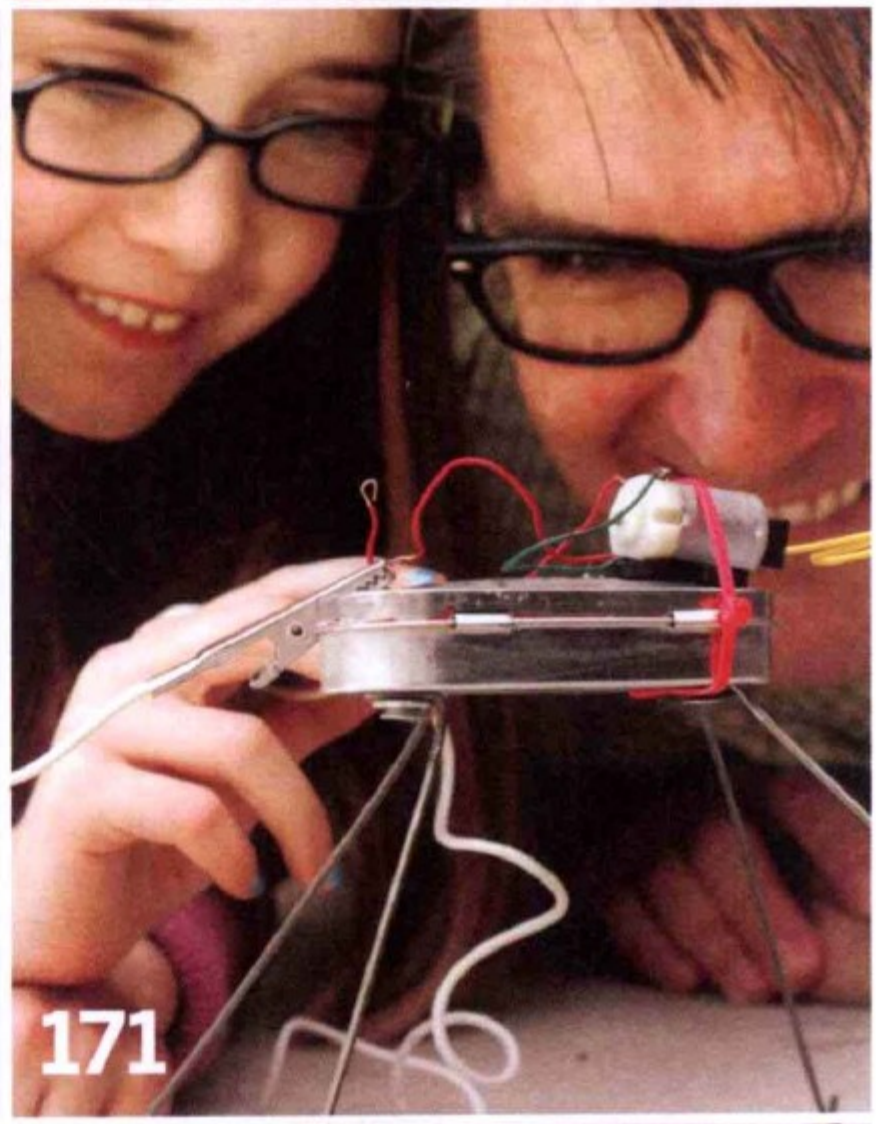
“快速反应设计：BEAM机器人使用的是直接与外围环境互动的简单电路。不同于操控类机器人，BEAM机器人全部会做的，只是呆头呆脑地自己对环境做出特定的预设反应。”

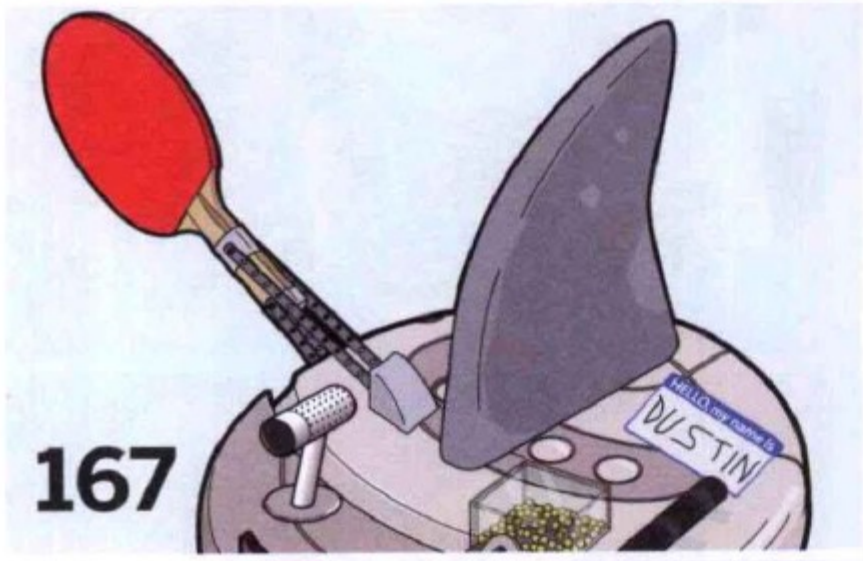
加雷斯·布朗文



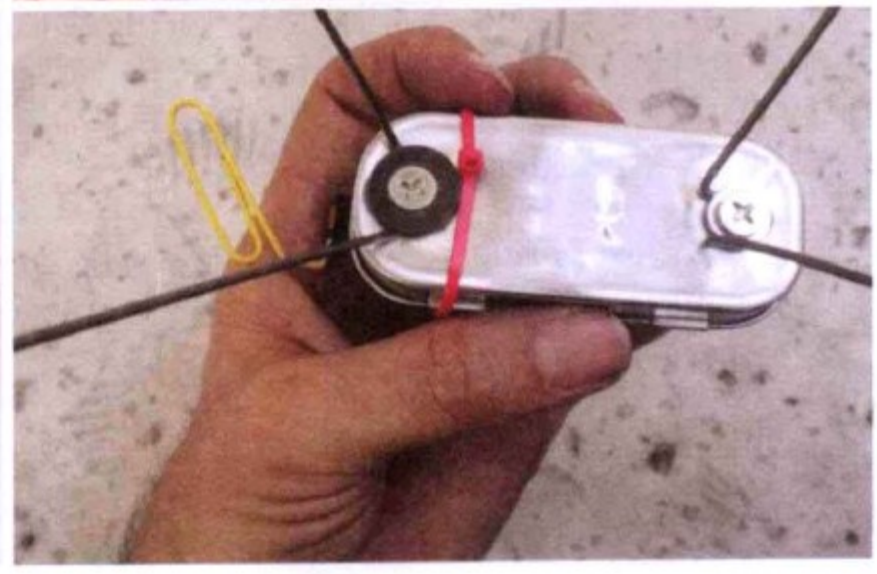










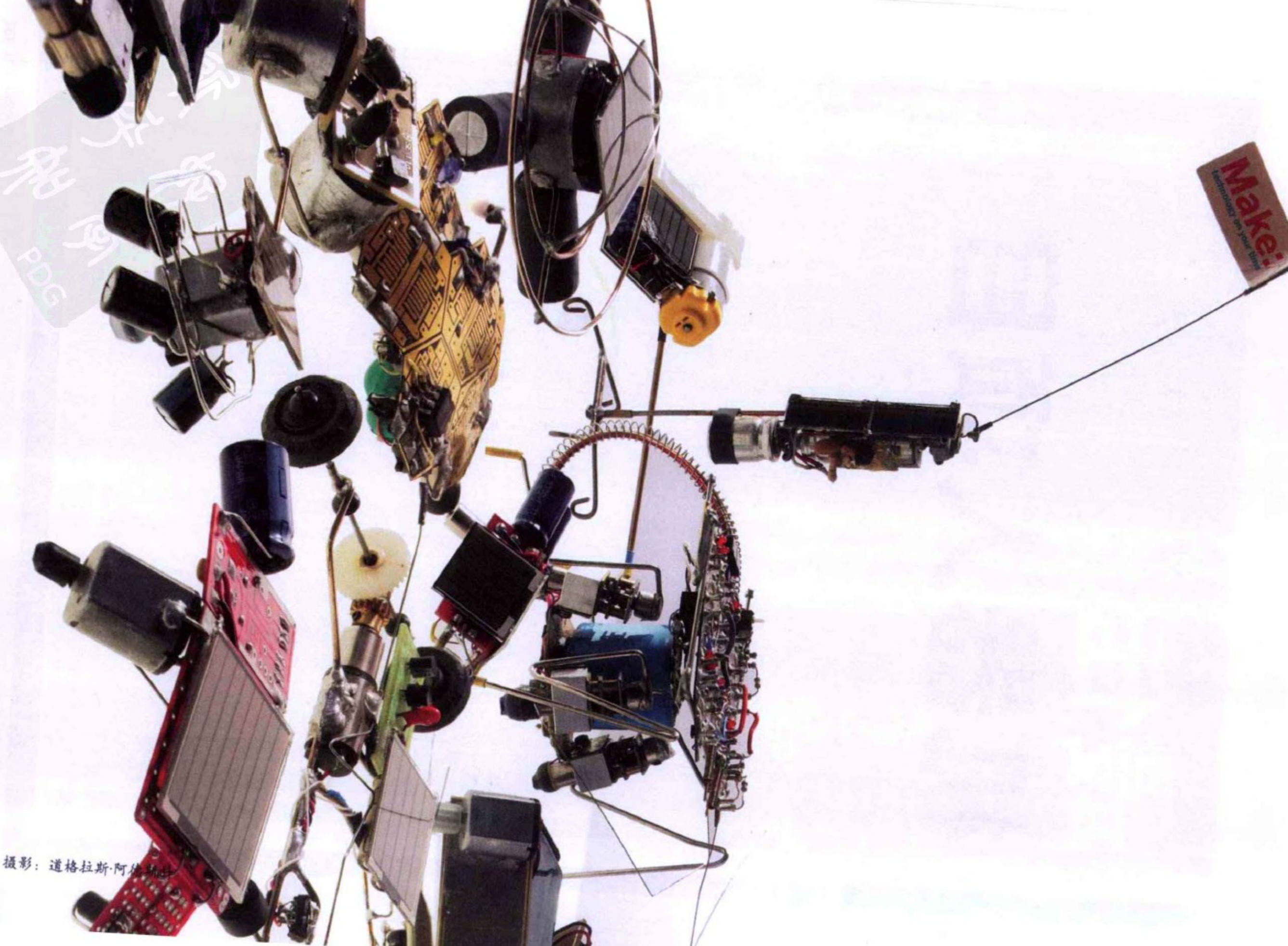


最佳
机器人项目



人本身就是建造机器人的机器人

我们把机器人看作是复杂机器，但是它们其实并非必须如此。事实上，任何一个能够基于传感器的输入信息，通过一定方式感应其环境、组织一定反应并执行的机器，都可以被认为是机器人。在这一节中，我们将列举很多简单的机器人。除了普通的模拟元件外，它们的构成材料还包括电子垃圾的再生品。这种制作方法被称作BEAM（生物电子美学与力学）。Robosapien和Roomda这两个最为成功的机器人，也是以简单又基本的类似方法为依据设计的。接下来我们将向你展示如何通过为它们加入一些很酷的新技能来升级这些商业用机器人。



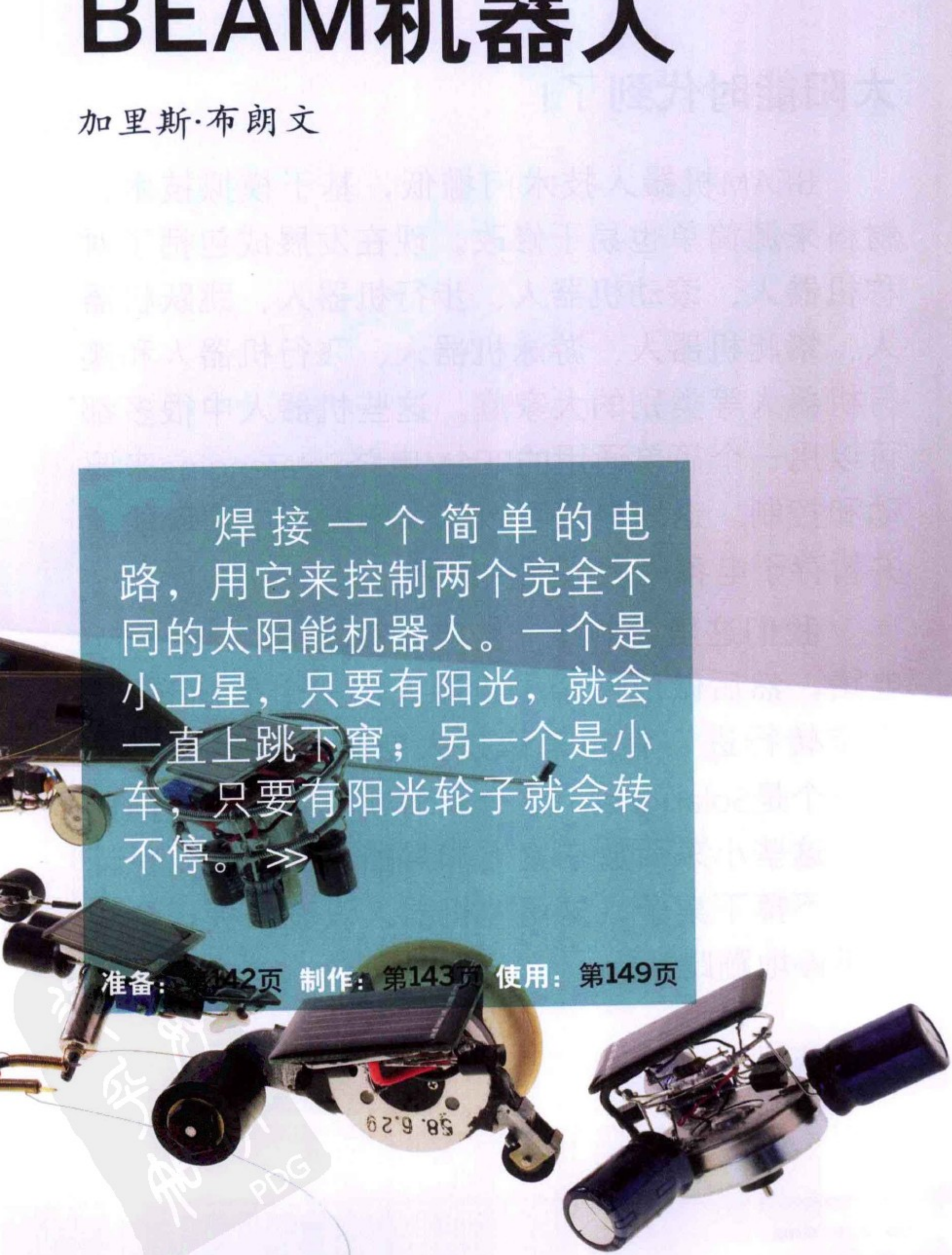
摄影：道格拉斯·阿伦斯

BEAM机器人

加里斯·布朗文

焊接一个简单的电路，用它来控制两个完全不同的太阳能机器人。一个是小卫星，只要有阳光，就会一直上跳下窜；另一个是小车，只要有阳光轮子就会转不停。>>

准备：第142页 制作：第143页 使用：第149页



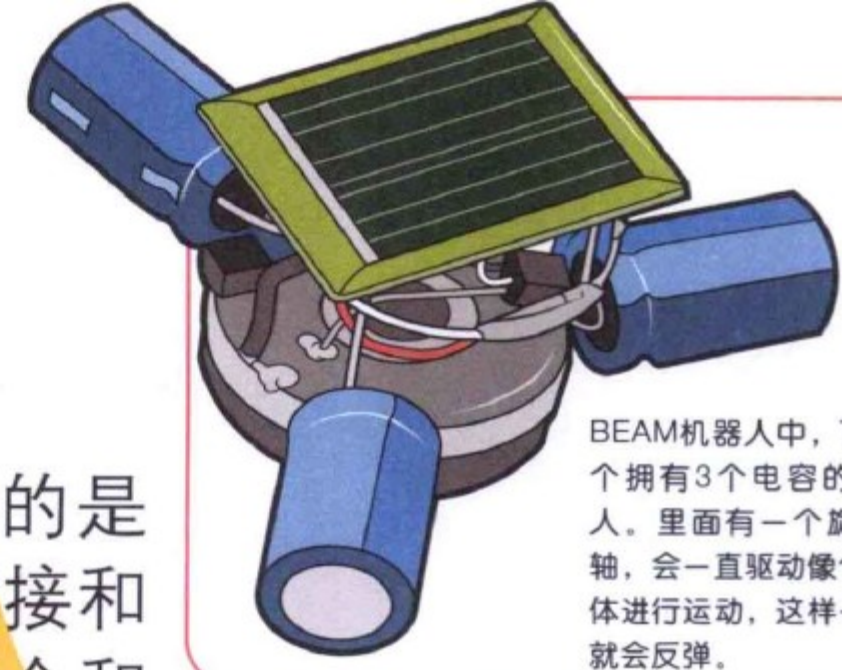
太阳能时代到了！

BEAM机器人技术门槛低，基于模拟技术，材料来源简单也易于修改。现在发展成包括了对称机器人、滚动机器人、步行机器人、跳跃机器人、攀爬机器人、游泳机器人、飞行机器人和爬行机器人等类别的大家庭。这些机器人中很多都可以用一个简单通用的BEAM电路Solarengine来驱动和控制。这块电路可以从太阳能板中获取能量并暂存于电容中用以提供能量。

我们这里会制作一些电压触发的Solarengine电路，然后做成两个小机器人。一个是Trimet，靠旋转行进，看起来像是太空轨道中的卫星。另一个是Solarroller，这个会时断时续地直接向前开。这些小东西放在桌上非常酷，当然你要保证它们不摔下桌子（这两个机器人没有开关，会昼夜不停地蹦跶）。

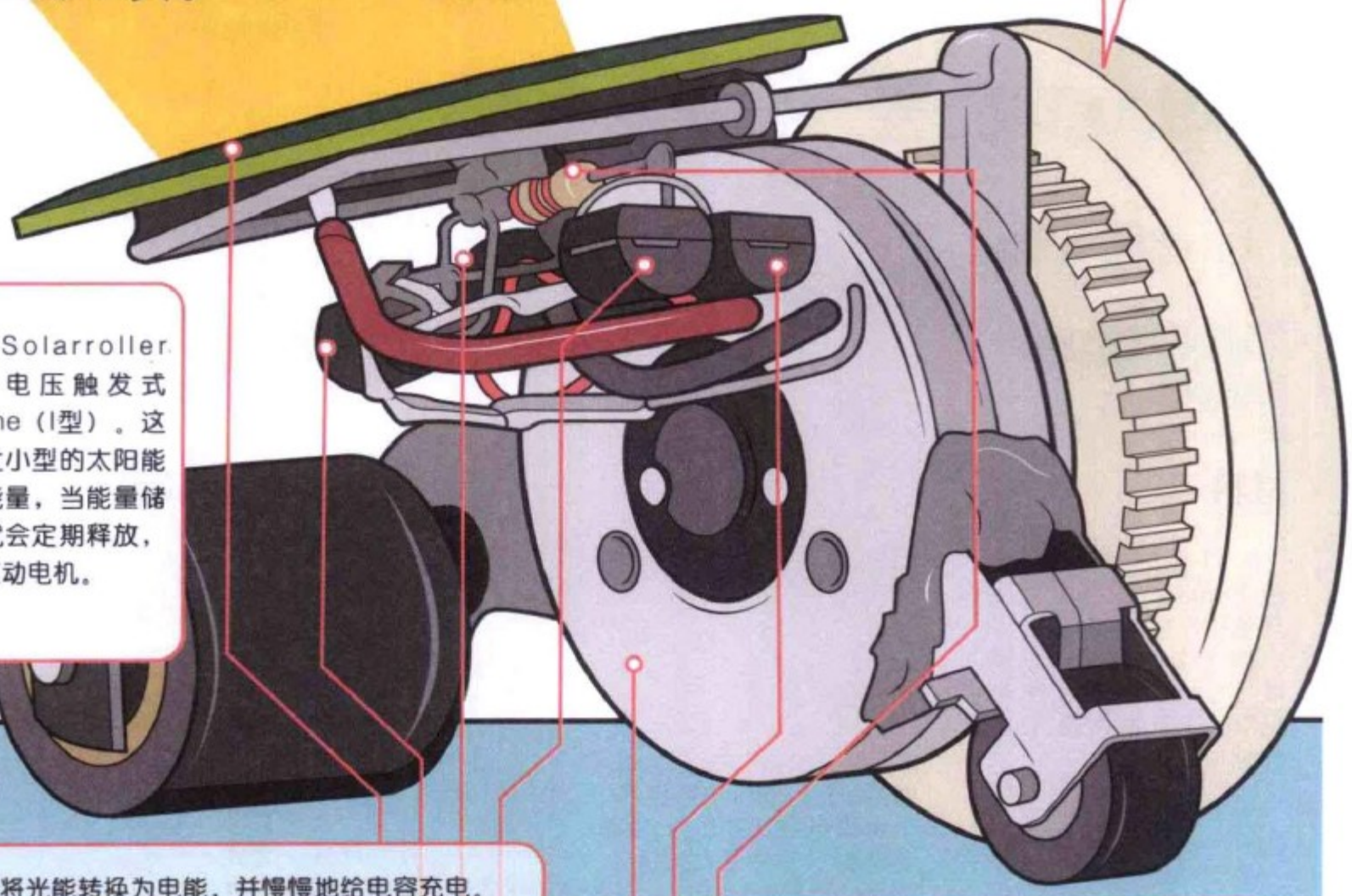
快速反应设计

BEAM机器人用的是非常简单的电路，直接和外围环境打交道。这个和通常的控制类机器人不一样，它们没有智能，只能做一些反馈。



BEAM机器人中，Trimet是一个拥有3个电容的对称机器人。里面有一个旋转的驱动轴，会一直驱动像个盖子的身体进行运动，这样一遇到障碍就会反弹。

Solarroller就是小型的太阳能赛车。在BEAM机器人比赛和其他的机器人比赛中，最后上演的总是Solarroller德比。



Trimet和Solarroller都是基于电压触发式Solarengine（I型）。这些电路通过小型的太阳能模块得到能量，当能量储备足够时就会定期释放，比如用于驱动电机。

太阳能模块将光能转换为电能，并慢慢地给电容充电。

电容存储能量形成一个电压，当两个引脚间的电路整个打通时将能量释放出来。

1381电压触发器会测量电容的电压，当高于一定阈值后会发出触发信号（如1381-G触发器高于2.4V就会发出信号）。

当三极管3904的基极收到触发信号后，三极管就会导通，使得电容通过电机放电。

电机收到电容过来的能量就会工作，因此会断续工作。

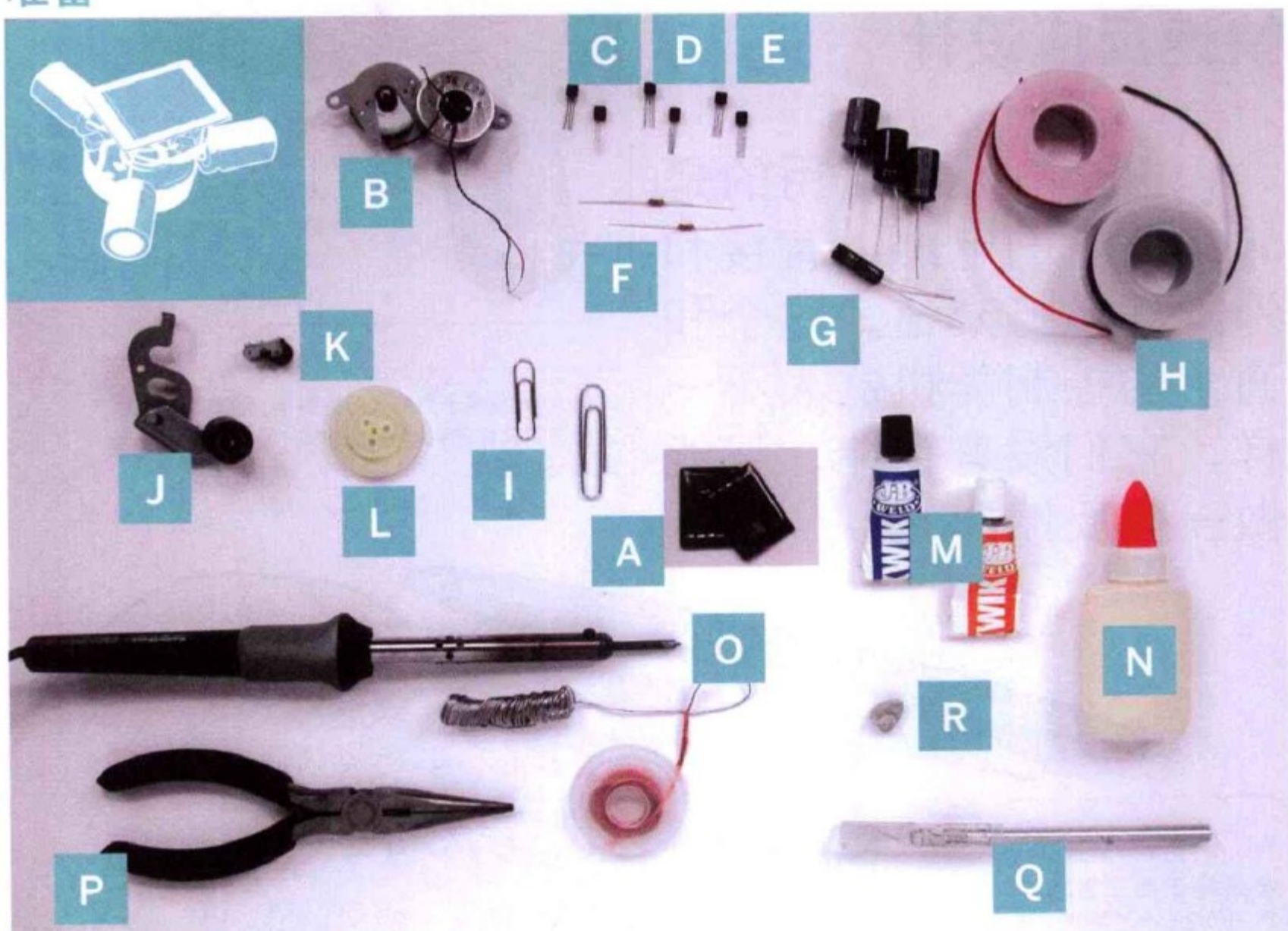
放电过程中，电流会回流到三极管3906的基极。这样会使得1381触发器断开并复位。电流还会一直流向3904的基极，这样就能保持电机工作直至电容完全放电完毕。

2.2 kΩ的电阻用于拉低3906的基极电压，这样放电过程中绝大部分的能量会被电机消耗。整个电路的效率得到了提高。

+ Solarengine电路图见：makezine.com/06/beambots

绘图：蒂米·库西达

准备



材料

下面的材料用于制作两个solarengine。如果你只是制作Trimet和Solarroller中的一个，每样一个就可以了。这里的部件号参见Solarbotics网站（solarbotics.com）。

[A] 37 mm×33 mm的多晶太阳能模块2个，部件号为#SCC3733。

[B] 磁带电机2个。旧的随身听上就有，部件号为#MCM2。

[C] 1.2V-1.6V电压触发芯片2个，部件号#1381-C。

[D] 2N3904 NPN三极管2个，部件号#TR3904。

[E] 2N3906 PNP三极管2个，部件号#TR3906。

[F] 2.2kΩ电阻2个。

[G] 4 700μF电容4个。也可以用3个4 700μF电容和一个超级电容比如0.33 F的黄金电容（部件号#CP.33F）。Trimet需要3个4 700μF电容。高品质的Solarroller可以使用黄金电容。

[H] 24号的红黑连接线。

[I] 曲别针2个，一大一小

以下部件仅用于Solarroller。

[J] 夹送辊与夹送臂。可以从老式录像机中拆。辊圈光滑，直径大约5/8英寸，宽约5/8英寸。

[K] 夹送辊与夹送臂。可以从磁带机中拆。辊圈光滑，直径大约1/2英寸，宽约1/4英寸。

[L] 轻便材料的驱动轮，直径要比电机盒稍大。直径在1.5～1.6英寸就好。老式的录像机可能有合适的，也可以试试控制伺服电机棍子的圆盘，还可以用玩具中的圆盘或者其他合适大小的塑料圆盘。

橡胶带

[M] 环氧树脂胶

[N] 白胶

工具

[O] 焊接装备。烙铁、焊台、焊锡、吸焊枪、吸焊球或者吸焊带。

带切割砂轮和刨槽头子的Dremel工具。

“Third Hand”弹簧夹，最好2个。

[P] 尖嘴钳

剪线器

[Q] 手工刀

中等颗粒的砂纸或铁锉

尺

[R] 大头针或胶带

安全眼镜

制作



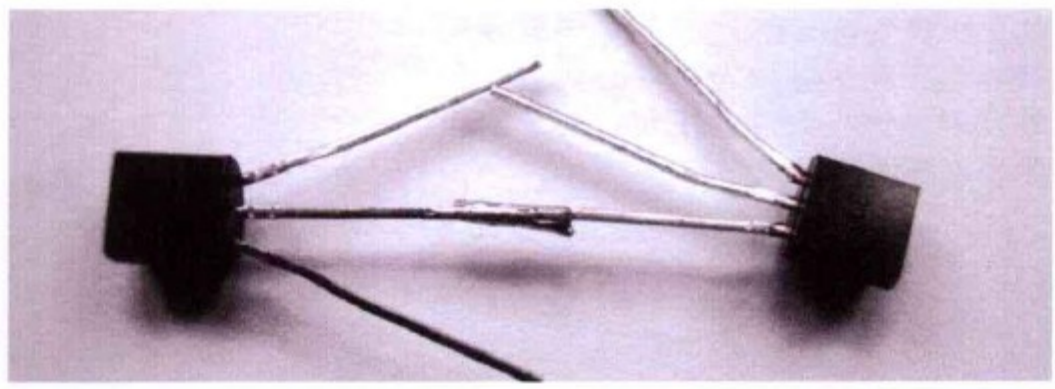
搭建BEAM机器人

开始 时间：1天 复杂度：中低

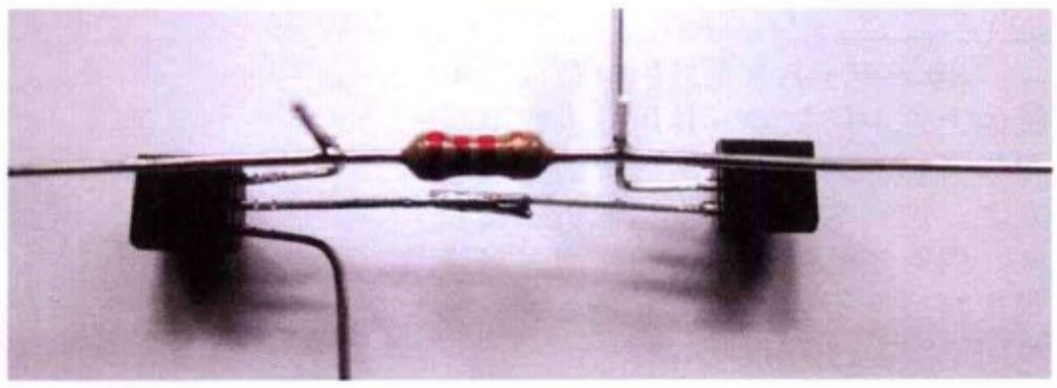
1. 搭建Solarengine控制电路

我们将不用电路板而是直接将元件连起来。通常我会在正式焊接之前用面包板搭建原型进行验证。不过这次电路很简单元件也很少，我们直接跳过这一步。出了问题重新焊接也很方便。

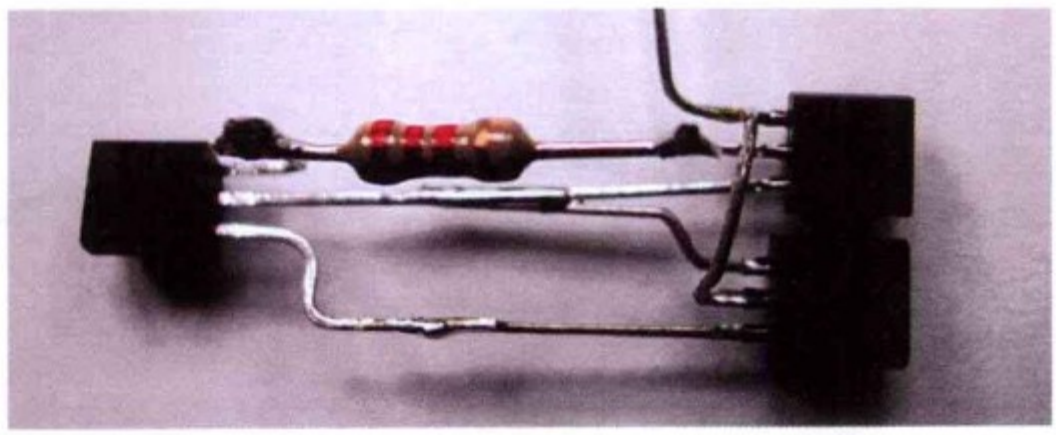
1a.将两个三极管引脚相对放置。将3904的基极（中间引脚）和3906的集电极（面对元件上的文字的右边引脚，下同）相连。



1b.用尖嘴钳将3904的发射极（左边引脚）向外弯折90°，将集电极（右边引脚）向上弯折90°。将3906的基极（中间引脚）向上弯90°，发射极（左边引脚）向外弯90°，把2.2kΩ电阻焊在3904的集电极和3906的基极之间。



1c.将上一步完成后过长的引脚剪掉。将1381电压触发器放在3906的右边，朝向与3906一致。将1381的第3脚（右边引脚）和3904发射极焊在一起。将1号引脚和3906的集电极焊在一起。最后将1381的2号引脚（中间引脚）弯折并和3906的发射极（左边引脚）焊接起来。如此基本电路就焊接完毕可以加电机和电源了。



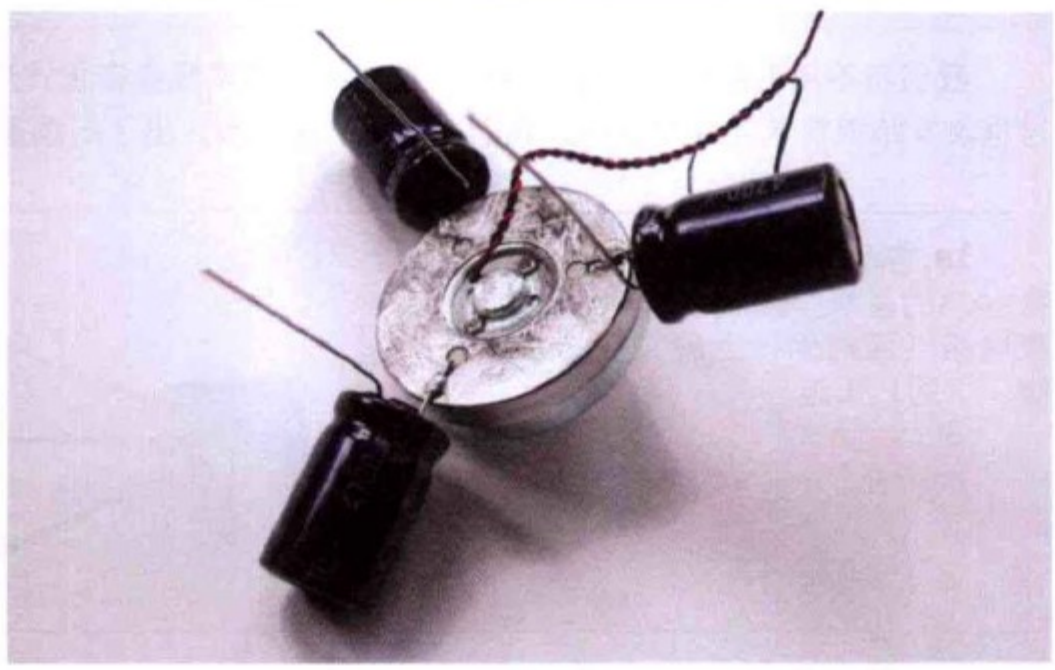
1d.如果两个机器人都要制作。重复以上1a～1c即可得到第2个Solarengine。现在按照第2步制作Trimet或者直接跳到第3步完成Solarroller。

2. 搭建 Trimet

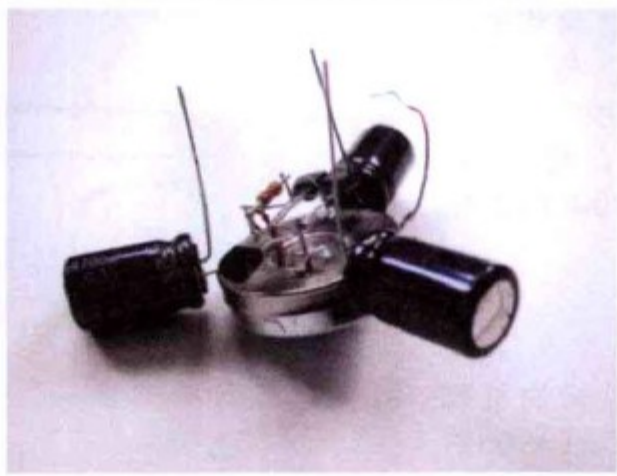
2a.用Dremel砂轮将电机上的安装条都磨掉，并用砂纸或锉刀将电机盒传动轴一侧磨到露出内部金属为止。一会儿需要将电容直接焊在这个面上，而且还要保证当Trimet四处碰撞时这里仍然牢固地连接着，所以这里一定好好磨。



2b.将3个4 700 μF电容的负极引脚剪短，留下足够焊到电机外壳上的长度即可。将正极引脚向上弯折，使之不会因碰到电机盖而短路。找到电机外周上的3个三等分点并将3个电容的负极焊到这三点上，这3个电容就形成等边三角形并以电机中心为圆心向外发射。焊接时注意用海报腻子或胶带将电容固定好。



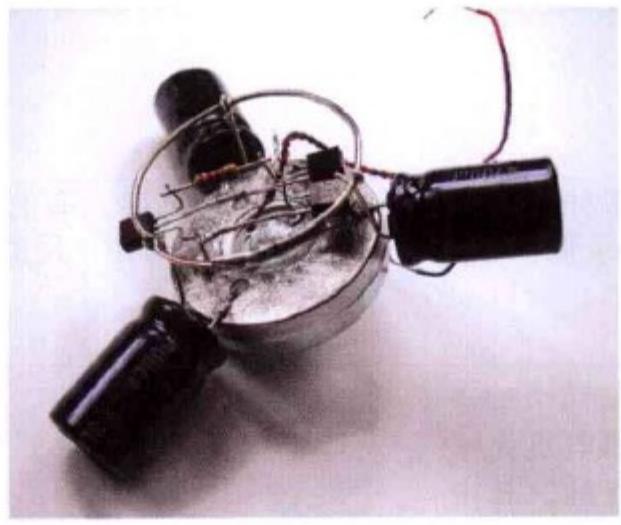
2c.将第1步中完成的电路放到电机的上方中间位置，并用一个废电阻引脚将3904剩下的发射极焊到电机外壳上。这样电路的地就和电机连接起来，同时还起到了固定的作用。将这根连接线弯折90°并把电路放到电机中间可以达到更好的平衡。

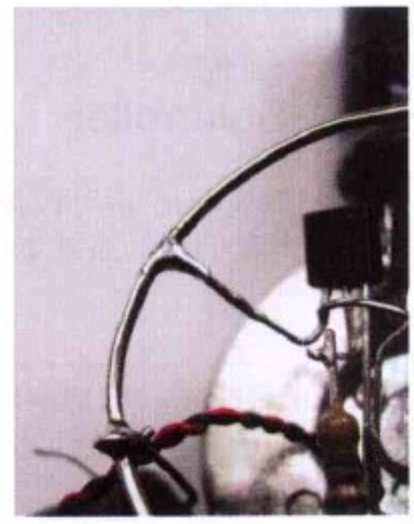


2d.这个电机外壳是整个电路的接地端(－)，现在我们接着完成电源（+）部分。将较小的曲别针弯成与电机同等大小的1个圆环（通常随身听的电机和25美分硬币大小相当，因此你可以用1枚硬币来弯曲这个圆环）。圆环弯好之后就可以将它焊接起来了。



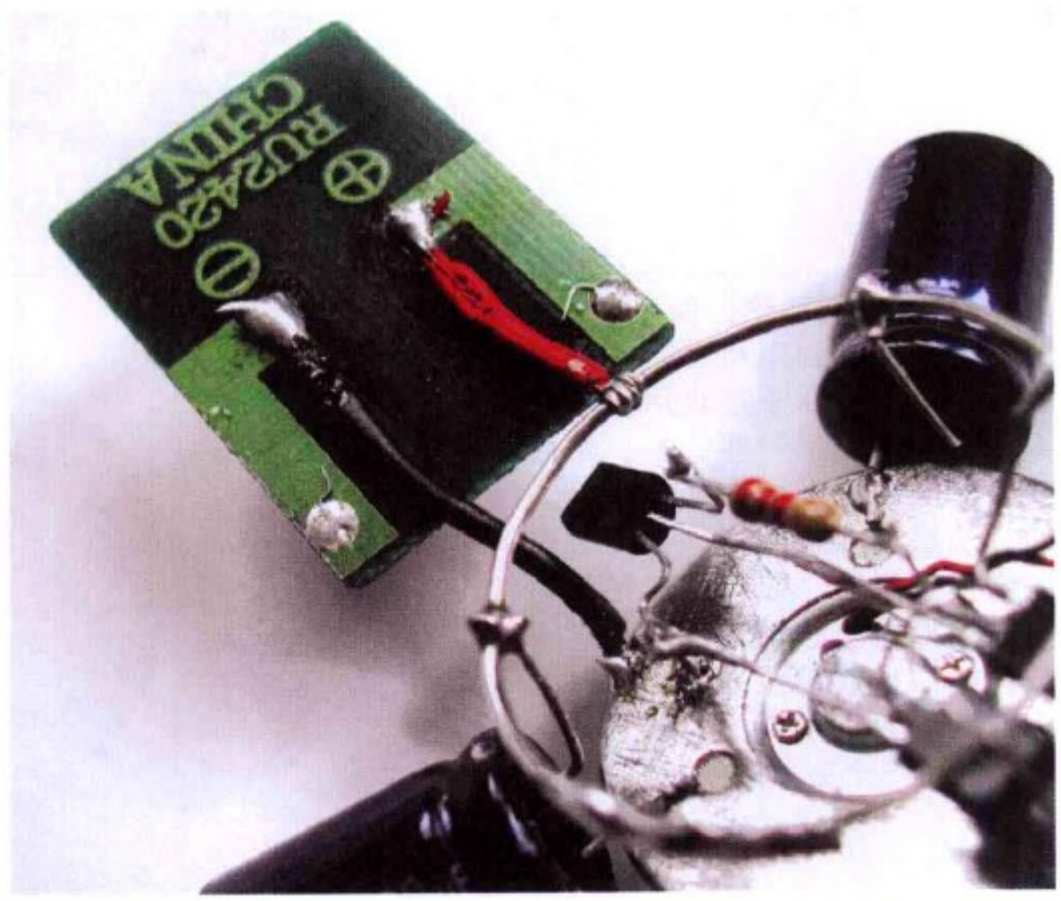
2e.将电容的正极弯折并剪到合适的长度，长度以刚高出控制电路为佳。将刚才完成的圆环与3个电容的正极焊接在一起，注意保持好对称。





2f.如果3906发射极能够得到曲别针的圆环，就将它也焊到这个圆环上。够不着就用导线或者刚剪下的电阻引脚连起来。

2g.现在可以焊接太阳能模块了。如果你的模块有焊盘但是没有导线（通常的模块都是这样），先将两个导线焊到焊盘上，红线到正极，黑线到负极。太阳能模块易碎，焊接时要注意。现在将红线焊到曲别针圆环上，黑线焊到电机外壳上。这两根线长度要适当，太短则不方便修改电路，太长了到最后完工时这些线不太容易都收到电机范围内。



2h.连接电机。将电机的负极焊到电阻和3904集电极的连接点上。将电机正极焊到曲别针圆环上。

现在将太阳能模块放在这个对称机器人顶上，放在太阳下或者自己加光照。大概10秒后，就应该开始动弹了，如果你把着电机驱动轴的话，这个小机器人就应该开始旋转。如果开始动了，恭喜恭喜，你的BEAM 机器人诞生了。这时你可以用胶将太阳能模块粘到曲别针圆环上。当然也可以不粘，这样别人还可以看看里面的电路。

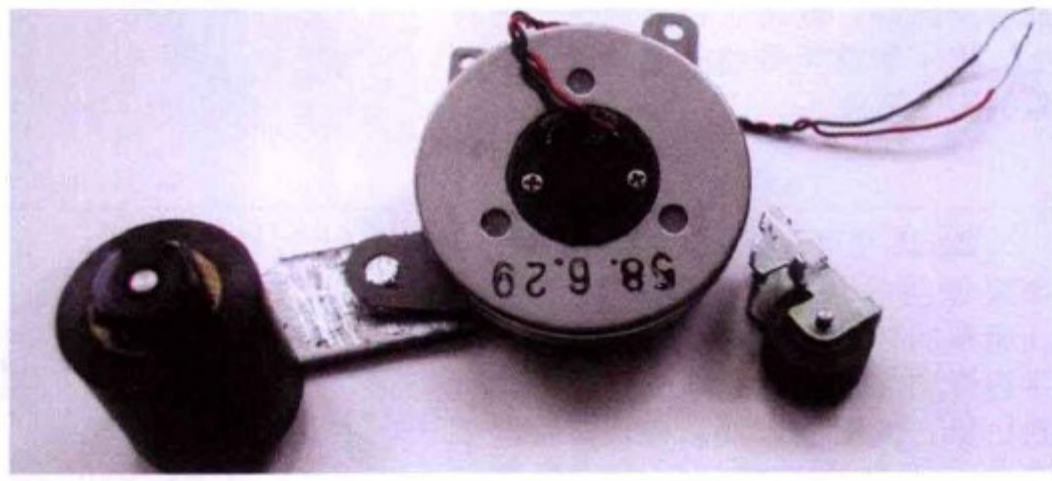


PDG

3. 制作 Solarroller

制作Solarroller可以用多种多样的材料，有的用乐高砖，有的用焊接后的曲别针，甚至有人用鼠标壳子。这里我们用的是从老式录像机或磁带机上拆下来的部件。用的部件不同，这部车的设计里程就会不太一样。

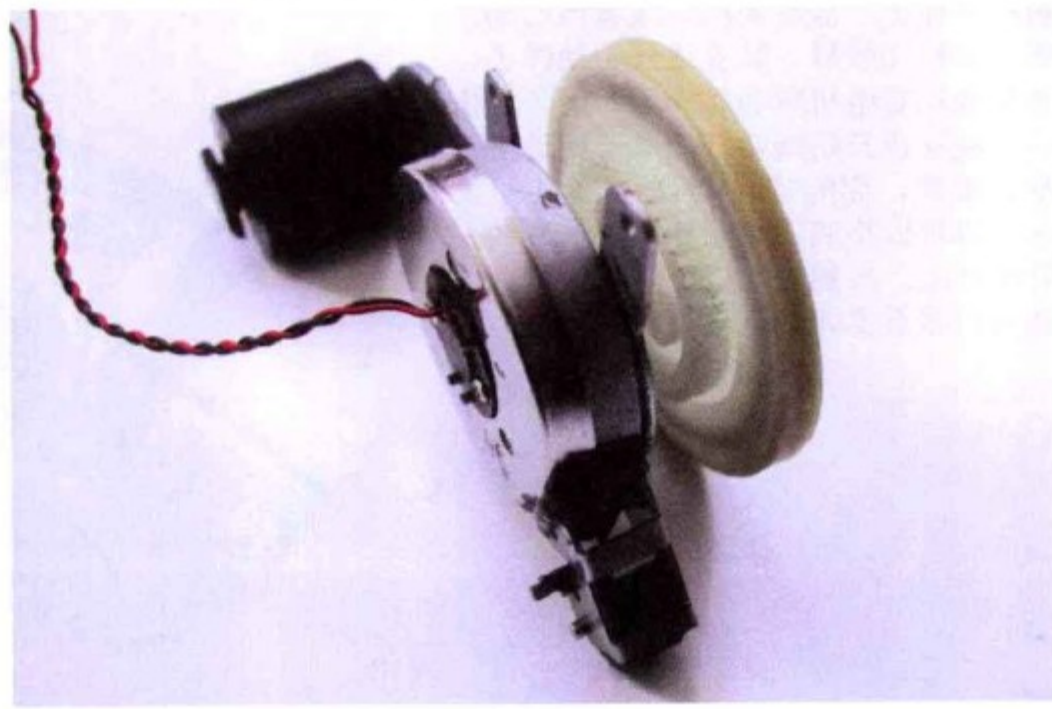
3a.用Dremel和切割轮将两个加送辊的臂切断，这样就可以和电机壳子充分接触。Solarroller是三轮的，其中的两个轮子就是这两个了，另外还有一个大的驱动轮，直接装在电机的传动轴上。



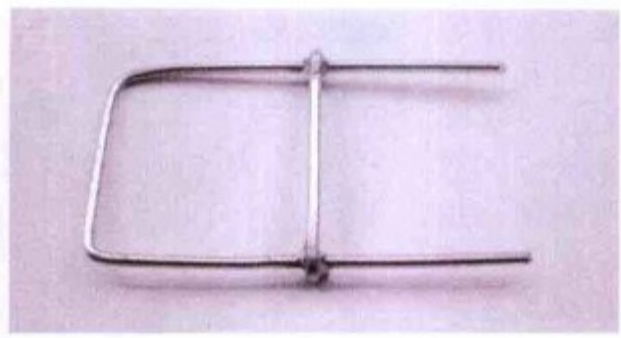
3b.准备驱动轮。首先检查一下这个轮子要能装到电机传动轴上（我用的磁带毂太小，于是我用Dremel刨槽头子将它扩大了一些。）。然后将橡胶带粘到轮子上以增强牵引力。操作的方法是剪断橡胶带，在橡胶带的一边涂上一层胶。胶开始发黏的时候，把这层橡胶小心地在轮子上卷一圈做成轮胎。橡胶接头处重叠没有关系，一会儿用刀把多余的橡胶切掉，这样就完成了一个完美的轮胎。



3c.把两个从动轮的臂黏到电机外壳上，然后不用胶水直接将驱动轮装到电机轴上（如果有必要可以用海报腻子来固定）。Solarroller放在平地上的时候，一定要保证3个轮子相互平行，与地面接触良好。如果你在使用Solarbotic的电机，你可以将大的传动臂装到电机的大安装点，并指向前方。另外两个安装点先空着，指着上方，留着装电路和太阳能面板。



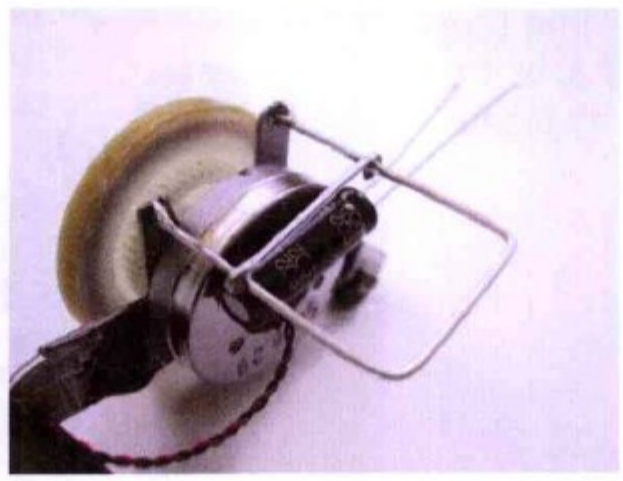
3d.从大曲别针上截下大约4英寸长，做成U形，对于Solarbotics电机来说，这么宽差不多就是电机上方的2个安装孔的间距。将多余的曲别针剪掉，并把它焊到离U形开口大约3/4英寸处，形成横杆。



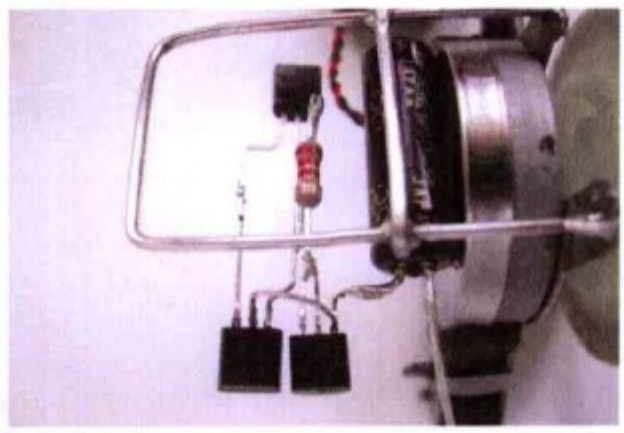
3e.把电容用环氧树脂直接水平地黏到电机外壳上，就是驱动轮的另一面。电容的引脚应指向后，负极的引脚应该靠近电机。



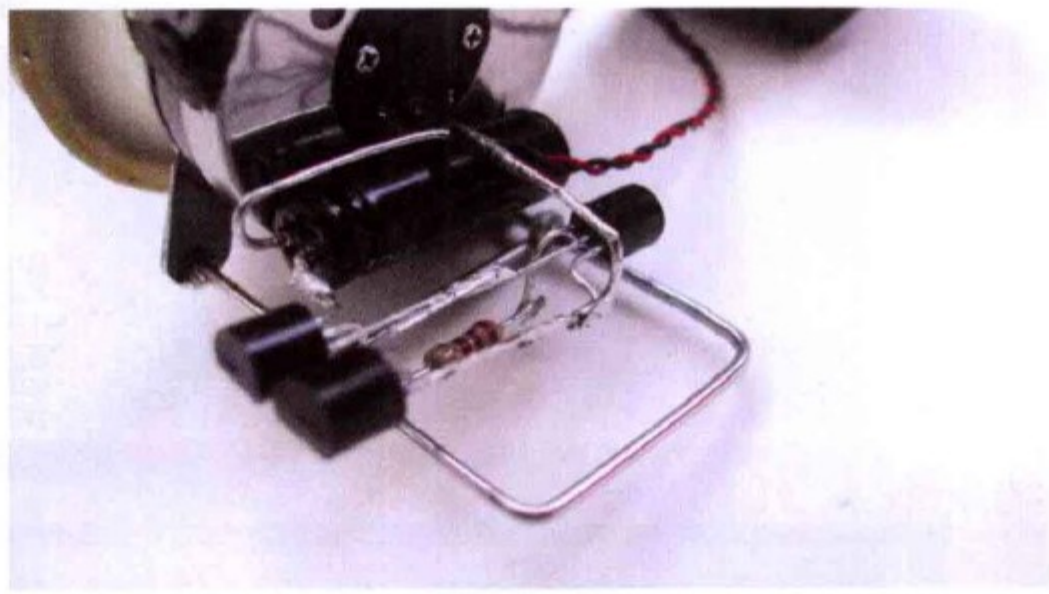
3f.将曲别针框架焊到（用环氧树脂黏也可以）电机外壳上。如果电机上还有两个安装孔，安在这个安装孔里更好。现在我们还没有把驱动轮黏上去，所以我们能够移动这个驱动轮以便碰到电机顶端。要想做得更加牢固一些，还可以将这个曲别针框架定位到滑杆，正好倚在电容上并用环氧树脂黏好。现在我们可以将驱动轮粘上去了。



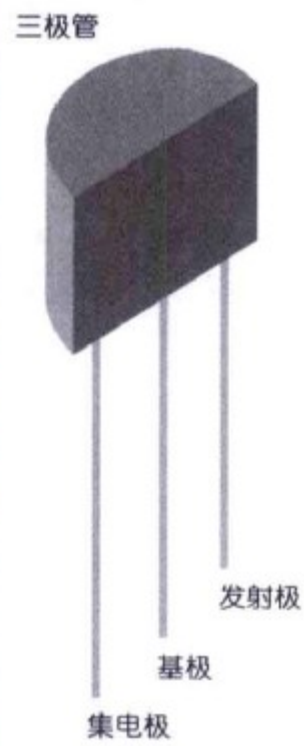
3g.把solarengine电路放到曲别针框架的下面，紧靠着电容放置。把3906发射极（左边引脚）和电容的正极焊接在一起，焊之前需要裁减一下引脚的长度，理想的效果是电容能把电路的这一端稳当地举在空中。



3h.把solarengine朝下放置，用一个剪下的电阻引脚将3904的发射极焊到1381的第3脚。把电容的负极引脚绕着电容的底盘一面弯折，并和刚才3904的发射极焊到一块。这样电路的另一端也固定好了。

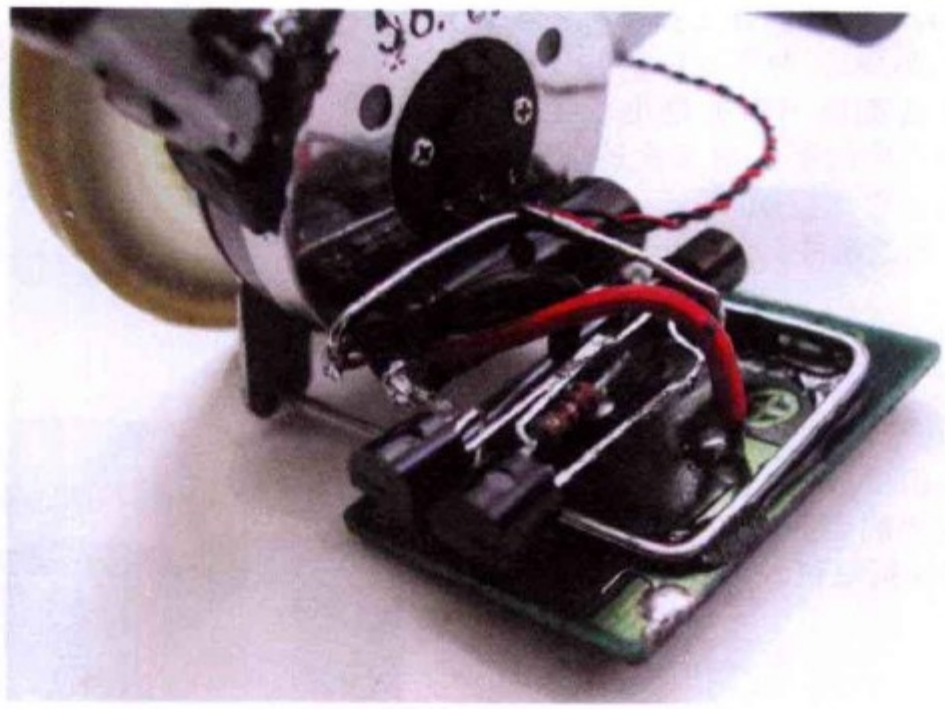


三极管工作原理

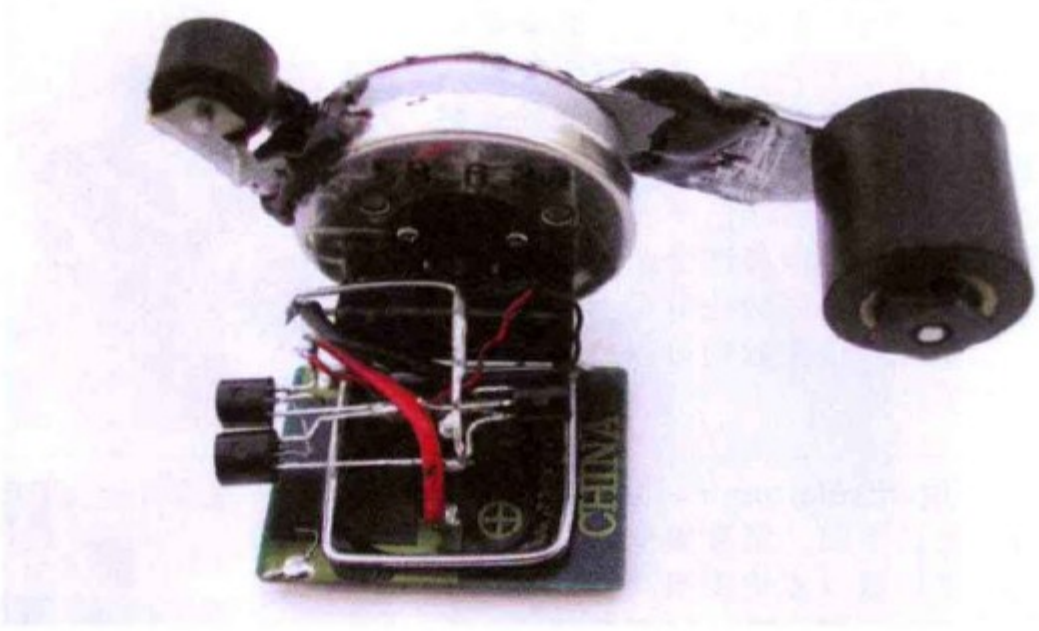


双极三极管可以作为开关元件，作用和机械开关一样。在NPN三极管中，对基极施加正电压，而对发射极施加低电压将能打开这个三极管，电流可以从集电极流到发射极。PNP三极管的行为与此相反，把低电压施加给基极，高电压施加给发射极会打开三极管，电流从发射极流向集电极。

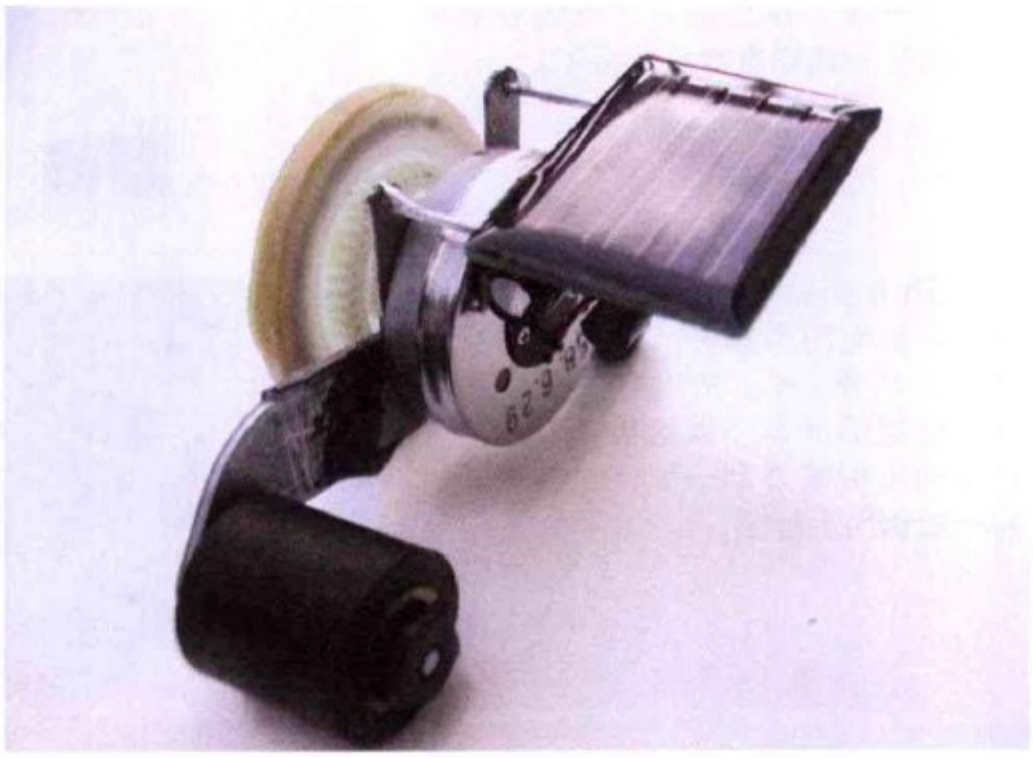
3i.如果你的太阳能模块上没有导线，那就在模块标着正极（+）和负极（−）的焊盘上分别焊上导线。这些导线的长度以能连到电容的引脚为宜。把太阳能模块的导线穿过曲别针框架，并用环氧树脂粘到顶上。粘好之后，把太阳能模块的正极和电容的正极焊在一起，负极和负极焊在一起。



3j.最后把电机连上，把电机的正极（红线）焊到3906的发射极（左边引脚），负极（黑线）焊到3904的发射极。



现在把做好的Solarroller平放在地上，放在太阳光下，当然你也可以自己给它光照。一会儿电路被触发，电容就会开始放电。这样Solarroller就可以开动了。然后就是不停地接收太阳光，等待充电，接着循环往复。



结束

现在就去试试它吧！

使用



开始吧，好家伙！



错误诊断

如果你的BEAM机器人不能工作，检查一下各个连接点，如有看起来不牢固的就重新焊一下，注意看有没有碰到管腿而产生短路。这个电路非常简单，如果出错基本上就是焊错了地方或者焊得不牢。

进一步改进的点子

在Trimet上，可以在外面再加一个曲别针环。这样可以防止小机器人被卡住。

Solarroller上可以把4700μF的电容换成0.33F的黄金电容。图片上的就是这样的超级电容。这种电容需要好几分钟才能充满电，但是只要开起来就会爽很多。

用老式的索尼随身听改成Solarroller很方便。把原来的电机、轮子和滑轮留下来用作Solarroller的底盘。

读者还可以试试Andrew Miller的效率更高的solarengine，也是同样的简单。他的电路需要另一个电阻，多一个电容和一个二极管，但是不需要3906三极管。将小电容在0.47～47 μF调节可以设定不同的放电时间（电路原理图参见：makezine.com/06/beambots）。

基本原理搞清楚后，你就可以改进BEAM机器人，可以增加电的储量，可以改进绕开障碍的策略，也可以开始更加拉风的设计。右边的图里有一些Symet和Solarroller变种的例子。





资源

这两个工程还有其他很多的改进和变化，Solar-engine也有其他很多的应用。

Miller的Solarengine变化的原理图参见：makezine.com/06/beambots。

鼠标制作的小机器人

加雷斯·布莱韦恩

只要用几种小零件儿，
你就可以把一支旧计算机
鼠标变成有趣的小机器人

准备：第153页 制作：第154页 使用：第163页

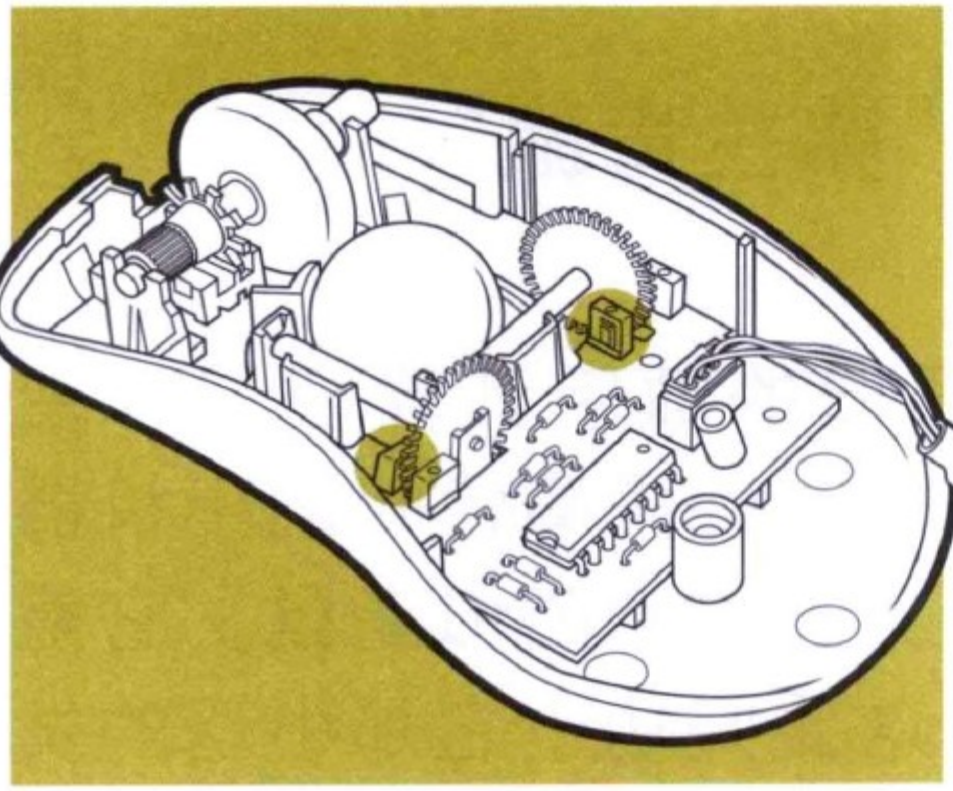
摄影：柯克·冯·罗尔

高雅艺术之制作“弗兰肯鼠”

本项目是将一只旧的数字计算机鼠标变成一个可以让友人愉悦、使同事惊叹的小机器人。鼠标机器人的行为也自然酷似老鼠。它能在地板上迅速溜走，这要归功于它那小巧的发动机。而当这只小动物撞到了其他物体，它还会向相反的方向行进。

这台机器人的“大脑”是一份基于音频操作放大器（op-amp）之上的精巧改造，这种放大器的芯片通常用于驱动应答机器的扬声器以及其他一些低保真设备。根据兰迪·萨根特的开创性设计，本鼠标机器人应用这款芯片来刺激发动机电源级别的高敏感输入。其结果便是成为一个可以装在鼠标内的简洁而反应迅速的数字电路。

加雷斯·布莱韦恩为《连线》杂志及其他一些出版物写作科技和文化的作品，并是本书英文版咨询委员会的一位成员。他还是Streettech.com的“总机器人”。

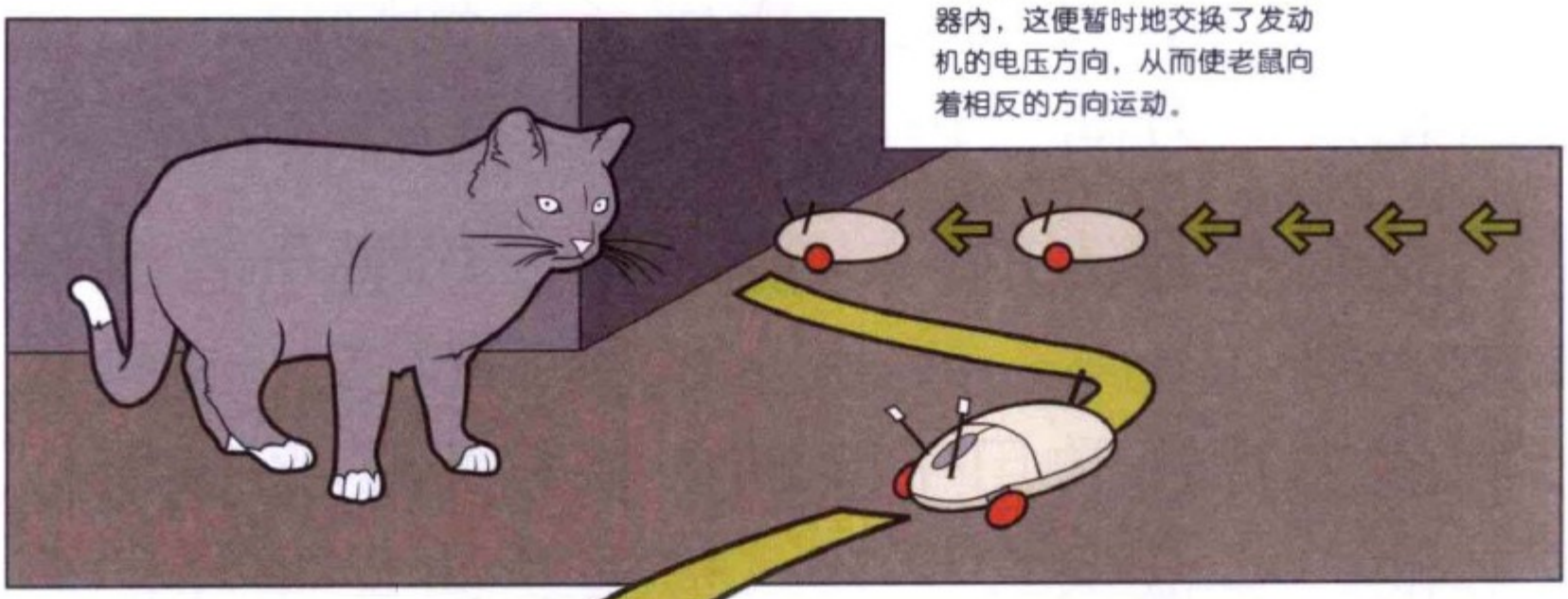


鼠标内部

一只看上去很温和的鼠标，如何变成行动迅速而又能自由移动的光子动物呢？

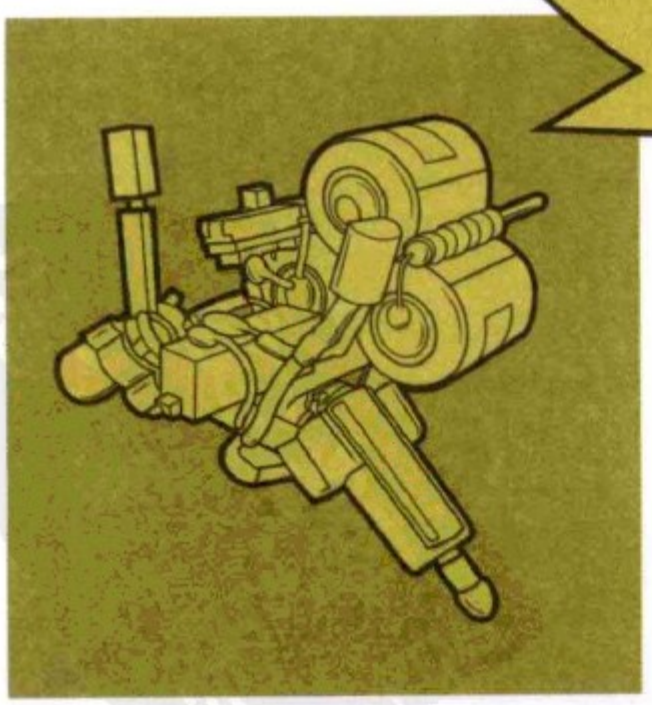
模拟（非光学）鼠标根据两根轴来提取小球的运动，这两根轴能够转动类似齿轮的小轮子。这些小齿轮在红外线发射器和接收器之间转动，而红外线发射器和接收器则能捕捉到闪动的影子，从而来读取水平和垂直的方向以及运动速度。反向挤压这种二极管发射器，就会将它们变成老鼠的“眼睛”。

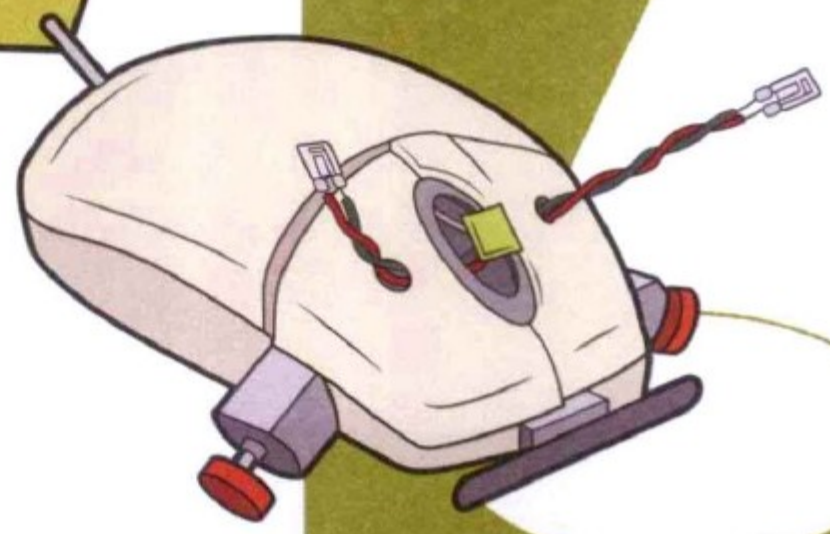
老鼠的缓冲器（用鼠标的一个按钮做成）将一个充满电荷的电容器清空并转移到一个继电器内，这便暂时地交换了发动机的电压方向，从而使老鼠向着相反的方向运动。



兰迪·萨根特的“赫比”（如下图所示）拥有首款基于LM386的机器人。它在1996年的机器人竞赛中以最后一名的成绩而结束了生命，但却将许多衍生设计版本传播了下去。

眼部光量的差异被放大并加入到两个串联的发动机的电路中。当其中一个发动机提供较小的动力时，另外一只发动机便以较大功率运转，从而改变机器人运动的方向。

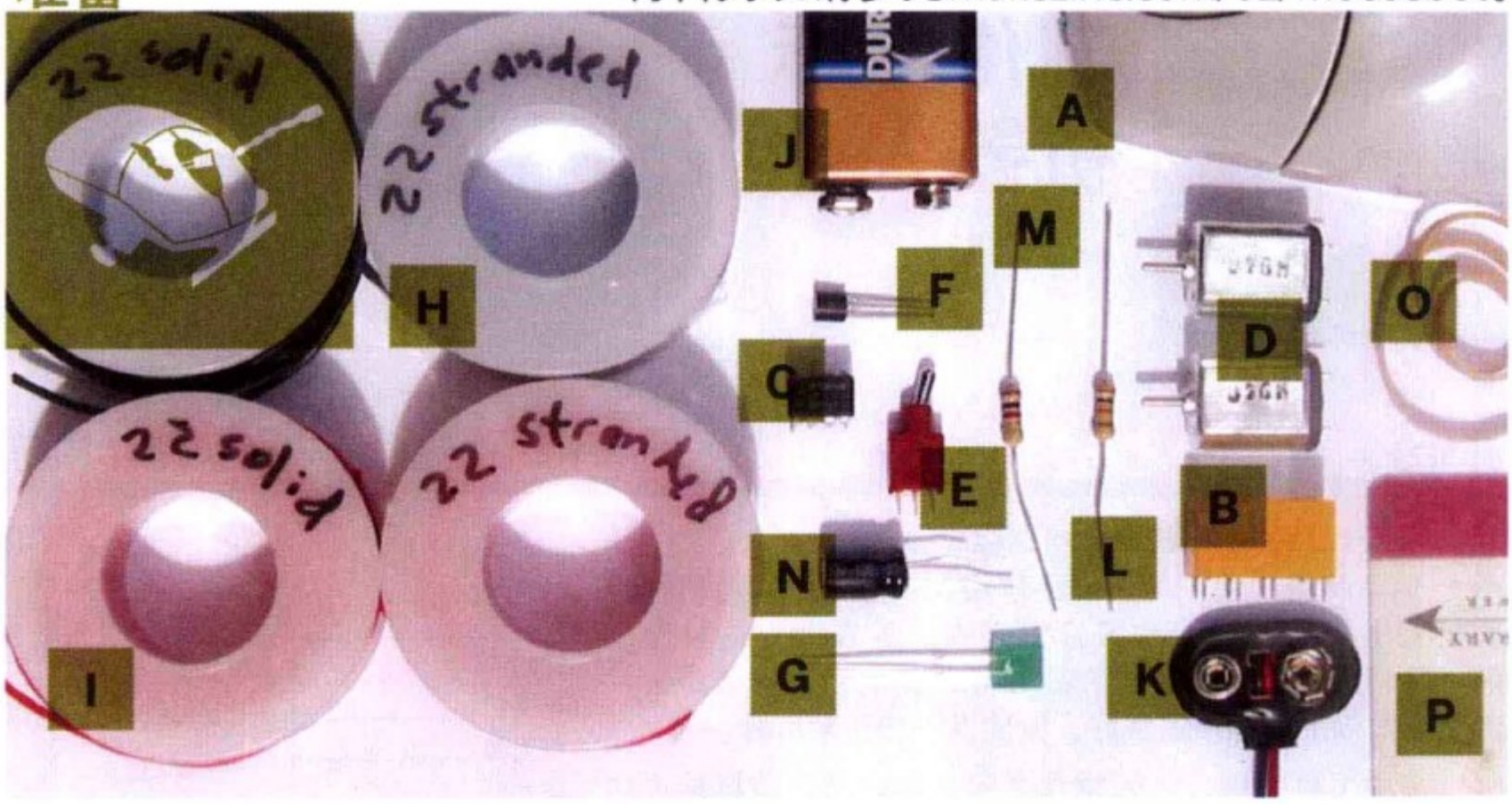




插图：蒂米·库辛达

准备

材料列表请参见makezine.com/02/mousebot。



首先，你需要一只模拟鼠标（而非光学鼠标），将其分解而得到它的外壳以及几款部件。如果你没有一只这样的旧鼠标或相应的零散部件，可以向朋友或同事要。或者，你也可以买一只超级便宜的鼠标模型，里面有足够的空间，可以将所有部件填充在里面。鼠标的体积越大、外形越对称，改造起来就越容易。有着曲线形、非对称外形的“便捷”鼠标往往会带来很多问题。

其他部件，你可以拼凑或到电子商店购买。而对于发动机和其他一些特殊部件，我们推荐的优秀资源为戴夫·哈里昆的太阳能机器人商店（solarbotics.com）。只要可行，我们都尽可能地将太阳能机器人商店的部件一一罗列出来，而现在，他们更是提供一款鼠标工具箱，价格大约为20美元（不带鼠标）。

材料：

鼠标外壳 [A]

2只光敏感受器
取自鼠标内。

SPST触摸开关
取自鼠标内。

双极双掷（DPDT）继电器
取自模拟调制解调器或在太阳能机器人商店购买#RF1。

LM386音频操作放大器（op-amp）[C]
取自应答机器、扩音器、对讲机等，或太阳能机器人#M386。

2个小型4.5V发动机 [D] **取自安装有发动机的玩具，或太阳能机器人#RM1A/Mabuchi FF-030-PN。**

SPST双态开关 [E] **太阳能机器人#SWT2。**

2N3904或PN2222NPN类型晶体管 [F]
太阳能机器人#TR3904/TR2222。

发光二极管（LED）[G]

2卷22～24标准尺寸双股连接导线[H]
最好是一黑一红。

4段22标准尺寸实心架空电缆 [I]
最好为2红2黑，6 1/2英寸长。

9V电池[J]

9V电池扣 [K]

1～20kΩ电阻器 [L]

1kΩ电阻器 [M]

10～100μF电容器 [N]

橡胶带或其他轮胎材料 [O]

小块塑料 [P] **至少为1/4英寸×2 1/2英寸的硬质弹性薄塑料块，比如0.030英寸塑料卡或旧信用卡。**

维可牢双面胶（**可选**）

工具：

菲利浦螺丝刀
用于拆解鼠标

Dremel工具
有钻头和切割轮

一字钳

数字万能表[DMM]

X-ACTO/美工刀

焊铁

焊锡或拆焊灯

切线剪/切线器

案板、连接导线

超级胶、环氧树脂或其他黏接剂。

海报胶、绝缘胶带、玻璃纸胶带。

尺子

护目镜、面罩

制作



制作鼠标机器人

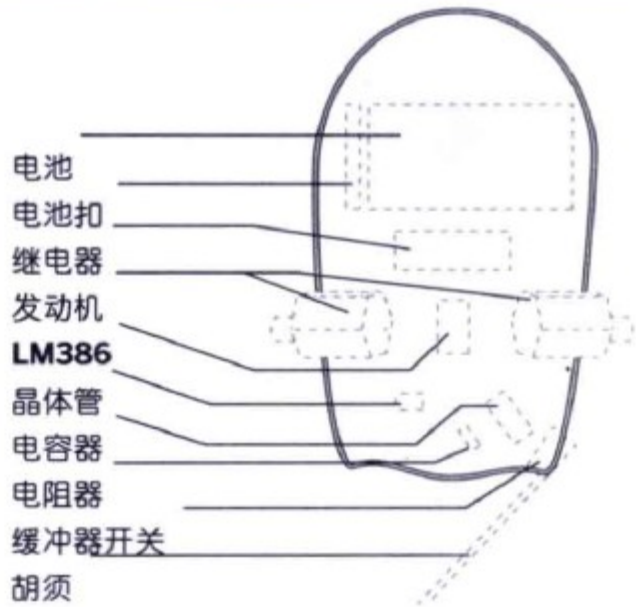
开始 >>

时间：一整天　复杂度：中等

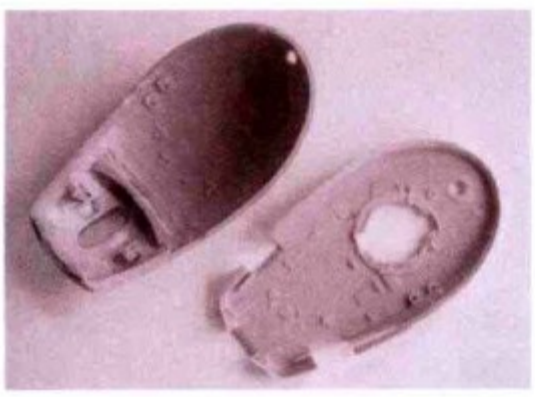
1. 摊开以后的鼠标机器人电路板

这意味着，我们将各部件焊接在一起而不用电路板，直接将各个部件连接在鼠标机壳内。但在我们这样做之前，我们必须先把鼠标外壳处理好，把发动机安装进去，然后在案板上将电路组装好，以确保一切正常运转。

在用工具将鼠标外壳挖孔之前，你必须确定鼠标壳内是否有足够的空间。卸下鼠标的螺栓并仔细目测一下，确保它能固定住两个直流发动机以及一块9V的电池。螺栓也许隐藏在小块尼龙垫下面，也可能隐藏在鼠标底部的胶纸标签下面。要保留这些小零件儿，以备在组装的最后步骤中你可以将它们再安装回去；它们有助于减少摩擦。



需要安装在鼠标风壳里的部件清空的鼠标外壳。



清空的鼠标壳。

2. 实施一场解剖外星人的手术

如果你有合适的备用鼠标，将其全部机械构造和电子部件都取掉。将其鼠标电缆从插头型的连接器上解下来，将其滚轮键（如果有的话）卸下来，然后取出PCB（印制电路板）。将这些部件放在一边。然后用达美工具和切割轮将鼠标外壳切出两个凹槽，将所有塑料固定物和划分物去掉，但那些用来将两部分外壳固定在一起的柱头不能去掉。对于上半部分外壳采用同样的操作，你可以将那些用来固定按钮的固定物保留着。

注意：塑料灰尘是一种很脏的东西，因此要在报纸上操作，并戴上护目镜及面罩。

3. 增加一个电源开关

对鼠标的最后一步处理工作就是安装一个电源开关，从尾部到顶部安装的一个大号双态开关，看起来有点像老鼠的尾巴。找到一个放置老鼠尾巴的合适的地方，然后将鼠标外壳钻一个孔使它正好能容纳这个开关。如果这个开关有一个带线的套管和两个螺栓，将其中一个螺栓去掉，向上将套管插入孔中，然后在鼠标外壳的顶端将螺栓插入并拧紧。在有些情况下，塑料螺栓的标杆会影响老鼠尾巴区域的美观。如果这样，你可以将标杆切掉，并用胶带或胶水将鼠标外壳的两部分重新黏合在一起。



安装了双态开关“尾巴”的鼠标上半部分外壳。

绘图：马克·弗劳恩菲尔德

4. 安装发动机和电池

现在我们可以规划大体积部件的放置并为发动机切两个凹槽了。鼠标的开关千奇百怪，因此，此时此刻你需要进行一定的判断，但发动机一定要垂直地放置在中心线的位置，这样老鼠机器人才会沿直线行进。同时还要注意在发动机后面给电池留出足够的空间。

如果你已经正确安装了发动机和电池，就可以切割两个切口用来安装轴和轮了，这两个部件便是发动机的轮轴和齿轮。

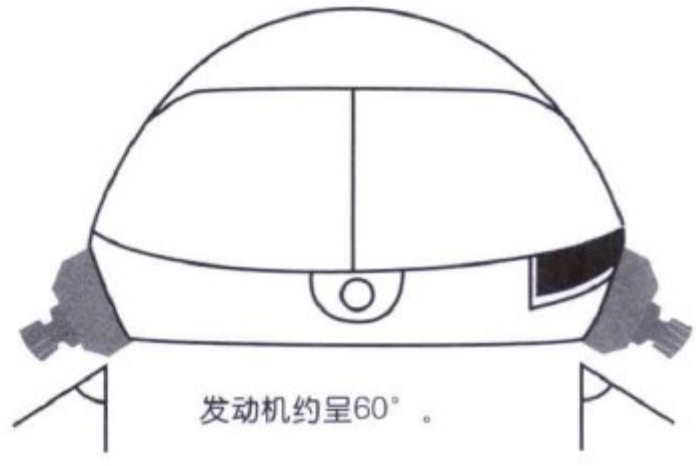
你应该将轮轴放置在老鼠机器人主体的外面，这样它们便可以支撑机器人并设定某一合适的速度。轮轴安装得越深，与路面接触的橡胶就越少，这样就会使老鼠机器人行进的速度减缓。但这样也是有好处的，因为多数制作爱好者往往都抱怨老鼠跑得太快。如果你使用的是太阳能机器人的RM1发动机，60° 的角度差不多就正好，如图所示。



最终完成原理图。

制作老鼠机器人，发动机的布局、角度以及开关的放置都是非常重要的。

用海报胶水将发动机永久地固定住。然后水平查看一下，确保齿轮“轮子”状态良好，能很好地与桌面接触。一旦发动机的位置合适，就将它们固定起来。



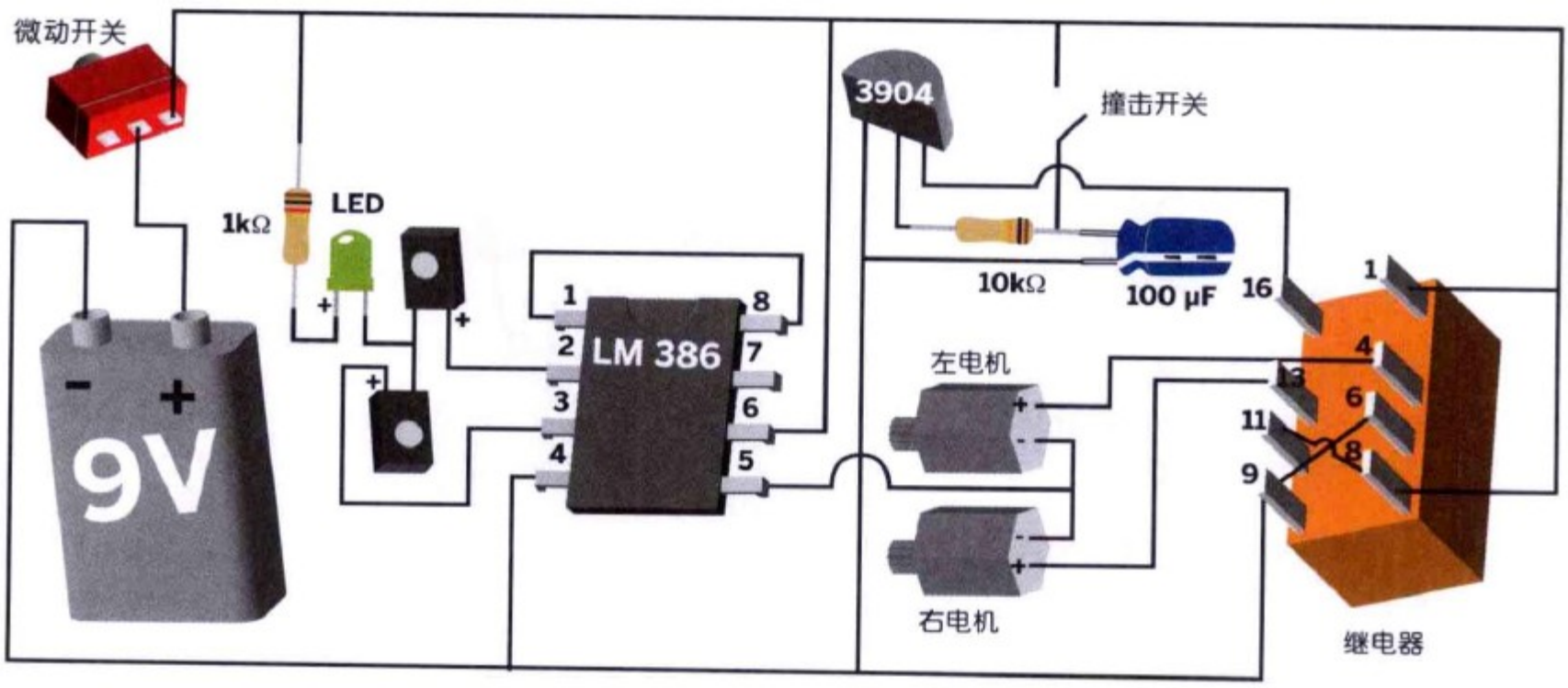
5. 制作缓冲开关及轮胎

你的老鼠机器人应该有一个巨大的“胡须”。这是一个缓冲开关（来自鼠标的按钮开关之一），正是它促成了老鼠机器人的逃跑行为。在鼠标的印制电路板（见步骤7中图）上找到一个小塑料盒，当你将其向下按的时候，它便完成了点击任务。将它从电路板上拆焊下来。一旦你将这个开关去掉了，用油灰粘在底部一直到鼠标的前端。将长条的硬塑料粘在合适的位置，使其覆盖住这个小开关，并像一根很宽的缓冲器一样横在鼠标前端。这样做的想法是，不管受到来自何方的撞击，只要所撞击的物体在“胡须”的长度之内，就会触动这个开关，因此，当你按动这条硬塑料时，应该会听到一声轻微的点击声。不断调整这个构造，直到使它达到最佳效果。如果你已经将部件的布局布置完毕，就可以在鼠标外壳底部钻一个开口，使开关能伸出来。同时，将用作“胡须”的塑料长条切成合适的尺寸，大约为1/4英寸 × $2\frac{1}{2}$英寸。



已经安装好发动机和缓冲器的布局。电池安装如图中所示。

我们需要对鼠标下半部分做的最后一步构造上的改造便是加一副轮胎。找到一根与驱动轴上的链轮齿的长度一样的橡胶带，然后将其长度剪切合适，并包在轮齿上，用胶水黏牢。将橡胶带沿着自身多缠绕几圈，你就可以把轮子做得更厚一些。橡胶或塑料管也可以做成很好的轮胎，同样，来自乐高头脑风暴机器人工具箱的波纹塑管或达美“鼓砂”钻头的橡胶圆筒也都是用作轮胎的不错选择。



当你制作老鼠机器人时，可以此图示作为参考。

可到http://xrl.us/fkxi找到一张本图的放大版本。

6. 了解机器老鼠的大脑

LM386音频操作放大器是老鼠机器人控制电路的主要构成部件，它能“听取”两种输入信号。如果其中一种信号比另一种信号的强度低，芯片就会刺激强度低的信号，以使输出信号达到平衡。在这个例子中，输入信号是光的强度数值而非音频。如果我们用一些别致的技巧，将这种输出信号导入到发动机中，我们就可以得到一个“大脑”，它能从两个光敏感受器上读取读数，将其进行比较，并刺激信号较弱的一侧。这样就能制造出一台能够随着光源的变化而活动，并能进行自我校正的机器人。

缓冲器触发了一个继电器，它能将发动机电压的正负极输入交换几秒。这会使得老鼠机器人在受到撞击之后逆光而逃，从而更强化了其对老鼠行为特性的模仿。上方的图表为老鼠大脑的电路图示。

横梁机器人：以创造乐趣为生

这款鼠标机器人出自横梁机器人设计传统，其信条受生物学影响，专注于简易模拟控制的微控制器设计，希望以此来制作出能够直接对物理世界做出行为和反应的机器人，这种行为和反应也许是出自本能的。

横梁的自然选择过程发生在诸如“机器人之爱”这样的大会以及聚会上，通常在这样的聚会上，机器人之间进行赛跑、“相扑”竞赛、跳高、爬绳以及其他一些奥林匹克式的赛事。

纵览横梁14年的发展历程，世界各地的横梁爱好者们已经设计并改善了许多种类的便宜而容易制作的动物机器人，包括像老鼠机器人、四脚及六脚的步行者、太阳能供电的卷帘器以及游泳aquavores这样的光电元件。

老鼠机器人的电路板基于兰迪·萨根特的赫比机器人的直线行走机器设计而来，它于1996年在西雅图的“机器人之爱”大会上设计完成。后来该设计的许多衍生版本相继出现，其中包括戴夫·哈里昆的赫比Photovore。沿着戴夫的足迹，我们用尽可能多的科技垃圾，包括旧计算机鼠标以及一个5V的双极双掷（DPDT）继电器——多数调制解调器内都有的一种部件，制作完成了属于我们自己的机器人。

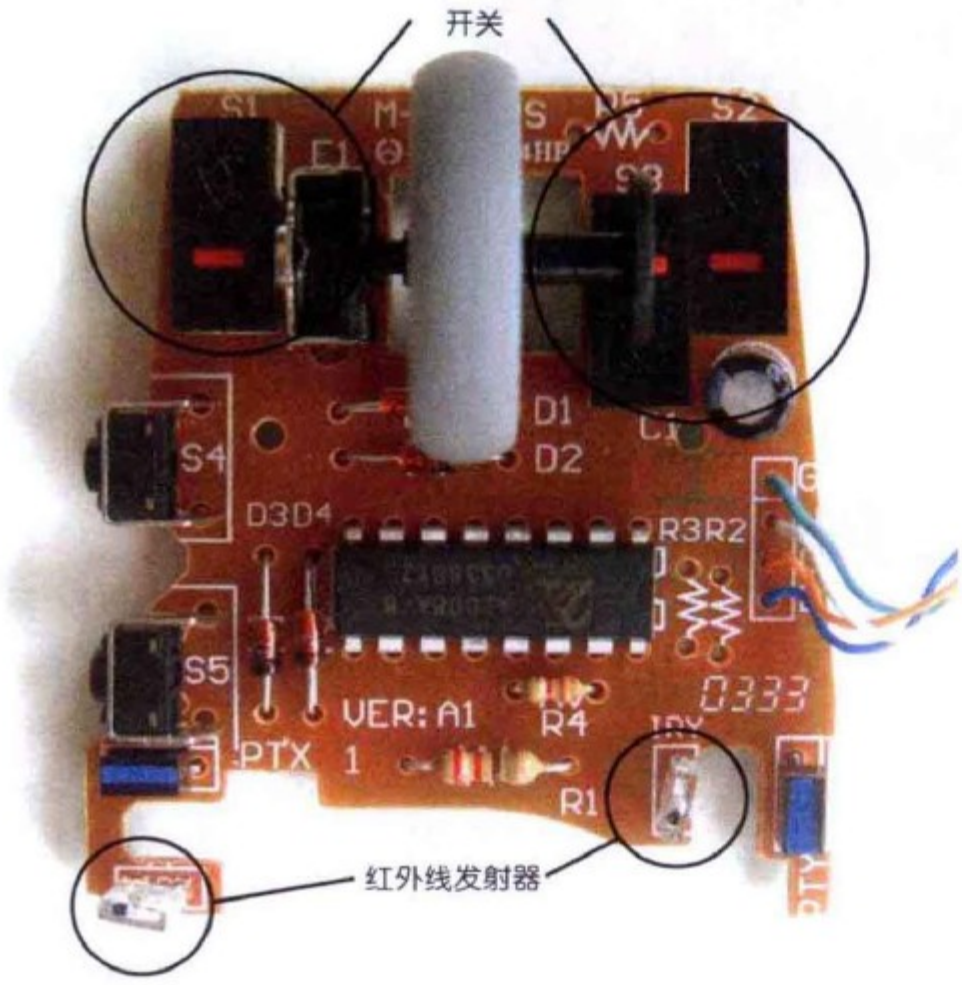
横梁资源

首字母缩略词横梁（BEAM）代表“生物学、电子学、审美学以及机械学”，它是由马克·蒂尔登杜撰的。

太阳能机器人：主要的横梁入口solarbotics.net

雅虎小组：BEAM机器人group.yahoo.com/beam

机器人之爱：西雅图，2005年10月8～9号robothon.com



一对红外线发射器将作为机器人的眼睛。注意到它们在印制电路板上的可能位置。

7. 制作老鼠机器人的眼睛

对于这台老鼠机器人的眼睛，我们可以利用鼠标自身的两个红外线发射器，也就是光电晶体管来制作。在正常的鼠标使用过程中，这些闪光的红外线穿过鼠标的译码轮，然后又由位于另一端的光电探测器接收到。

像许多重要的设备一样，这些发射器既能作为发射器使用，又能当做接收器使用。当作为接收器使用时，它们与鼠标专用的光电接收器相比，信号更强一些但专门性更弱一些，这便使得它们能够成为老鼠机器人观察外部世界的最佳眼睛。多数老鼠机器人的发射接收器都是简洁的小塑料盒，小盒的一面上有一个圆顶状的突出，而检测器则是深黑色的。

从印制电路板上找到这对简洁的发射接收器并将其拆焊。现在，你就已经骄傲地拥有了一对机器人的眼睛了。

8. 给老鼠机器人安装眼柄

我们的红外线发射器只有两根短而粗并且硬度比较大的小引脚伸出来。因此我们需要给老鼠机器人安装一些光学神经——位于它身体前端的眼柄。安装上眼柄不但使它看起来更好看一些，通过弯曲眼柄，你还可以利用眼柄来调整老鼠对光的敏感性。

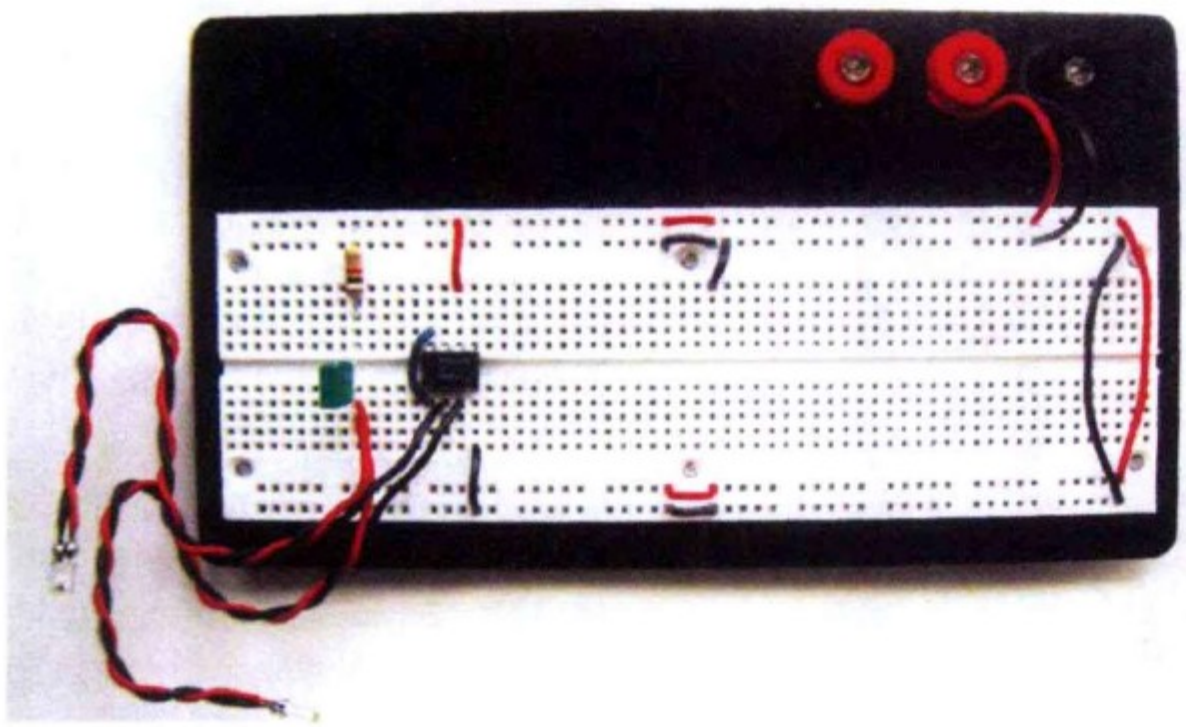
首先，我们需要确认发射器上的哪根引脚是正极，哪根是负极。将数字万能表调整到二极管检查模式，将探针与每根引脚接触。如果读数为“OL”（无连接），交换探针。当正确接触以后，你应该得到一个大约为1V的读数，而红色的探针则会显示正极（或负极）引脚。如果数字万能表没有二极管检查模式，当红色探针接触到正极时，找到一个约为0.6V的电压读数便可。

为了制作眼柄，切一段$6\frac{1}{2}$英寸长度的22标准规格的实心架空电缆。如果你有红色和黑色的电缆，每种颜色的都切一段。在本项目中，实心的电缆比双股电缆好得多，因为它比较硬而直，当你对它进行安装和改造的时候，有利于保持其形状。



我们制作完毕的眼柄，它已经可以将一些光信号传导到控制电路中了。

将红色电缆焊接到发射器的负极（–）引脚上，而黑色电缆则焊接到正极（+）导线上。我们之所以要交换电缆的颜色，是因为我们正在利用电极的反向偏压。当电流沿着常规的方向运动时，由二极管的结点上发出的光信号将额外的电子激发，这些电子在电流中会消失，但是，当我们使电流沿着相反的方向流动时，这种差别就非常明显了，从而使得电路变得更加敏感。当电缆焊接完毕时，将它们拧成一股，并将末端的绝缘皮去掉一些。



老鼠机器人大脑的第一部分：感受器以及主控制电路。

9. 连接音频操作放大器

现在，所有电子部件都已经准备就绪，我们可以制作试验电路板了。下面是安装音频操作放大器及主要控制电路的步骤：

9a. 将LM386芯片安装到试验电路板上的槽中。对于所有的集成电路而言，引脚是沿逆时针方向排序的，并且是从一侧的小凹槽开始的。

9b. 将引脚1和引脚8的接点与一根架空电缆相连。这两根引脚负责控制音频放大器接收到的输入信号。通过将其与跳线相连接，增加了电路对输入信号的敏感性。

9c. 将黑色的导线挑出来，并分别将其与引脚2和引脚3（音频放大器的信号输入）相连。再将红色导线一起插入到距离芯片左边约5或6排远的电路板上，这样我们就将眼柄连接到试验电路板上了。

9d. 将发光二极管的负极导线（较短的一端）插入到眼柄的两根红色导线所在的电极中，而将正极插入到该槽相反的一侧。然后找到一只阻值为1kΩ的电阻器，将其一端插入到发光二极管的正极上，另一端插入到正极/上方的电力母线上。这些部件组建了一个促进电路敏感性的子电路，它最初是由威尔夫·里格特开发的。

9e. 将LM386的电源接头（插脚6）连接到正极电力母线上，接地接头（插脚4）连接到下方/负电力母线上，这样电路部分就告一段落了。接下来我们将连接电池。

10. 制作逃跑电路

如果我们此时此刻就将老鼠机器人的发动机和电池连接上，那么它就只会简单地追着光源跑动。现在，我们要给老鼠机器人添加一个靠“胡须”触动的“害怕”反射系统。为了制作出逃跑电路，我们需要用到你已经制作好的缓冲开关、一只5V的双极双掷继电器、一个晶体管以及一个由电容器和一只电阻器组成的简易计时器。当开关被触动的时候，晶体管就激活了逃跑电路，从而继电器将发动机的电压交换。当继电器在几秒之后被完全充电完毕时，晶体管就会将发动机的控制切换到正常状态，从而又回到“光线追踪电路”。

电阻和电容的数值决定了继电器充电时的速度和电流量，因此你可以用不同数值的电阻器和电容器来产生最佳的逃跑行为。你可以试着选用电阻值为1～20kΩ的电阻器，以及10～100μF的电容器。对于这两个元件来说，数值越大，充电时间也越长。我们用到了一个10kΩ的电阻器以及一个100μF的电容器，从而产生的返回时间约为8秒。下面是制作试验电路板的一些步骤：

10a. 继电器的插脚之间距离很宽，因此我们需要根据试验电路板上的位置来选用一部分插脚。将继电器插到LM386右边约6个节点的位置上，或者插入到节点1～16（尽管继电器实际上只有8个插脚）。

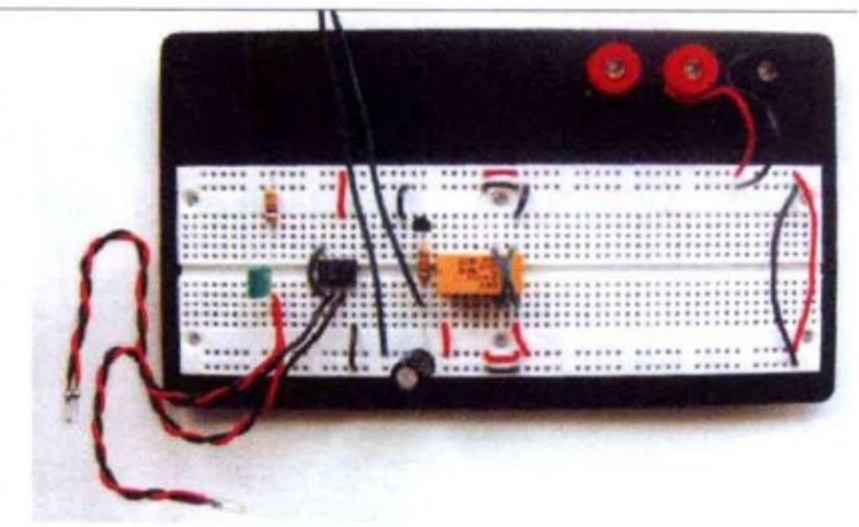
10b. 用一根导线将插脚8与插脚11相连，再用另一根导线将插脚6与插脚9相连。当继电器在充电的时候，这两根导线将会交换发动机电压的方向。

10c. 将电容器的正极引脚插入到继电器左边没有使用到的一行中，并将阴极插入到负电力母线上。在电解电容上，阴极上通常都标有一条细杠或者（–）符号。

10d. 将高阻值电阻器的一端插入到电容器的阳极，并将另一端插入到位于槽的另一侧的电极中。

10e. 将晶体管的插脚展开，在槽对面的平面上，继电器的上方，这样就可以将它的中心插脚（基座）与电阻相连，其左插脚（发射极）是一个使用不到的节点，而其右插脚（集电极）与继电器的插脚16连接。

10f. 将一根架空电缆插入到位于底部的电阻器和电容器二者中间某处的节点中，将另一根架空电缆连接到正电力母线上。将这两根电缆的末端折弯，这样它们就能够相互接触到，但要保持这两根电缆是独立的。当你同时触动这两根电缆时，它们将起到缓冲开关的作用。此处我们稍



安装了控制芯片、计时器以及继电器的面包板。

显懒惰，假设这个开关能够正常工作，但你可以将这两根电缆连在一起试一下，以确保它们确实可以正常工作。

10g. 将这两根电缆与继电器的插脚1和插脚8与上方/正电力母线连接。将插脚9连接到负电力母线上。最后，将晶体管的左插脚（发射极）与下方/负电力母线相连。这样就将继电器和晶体管与电源相连。

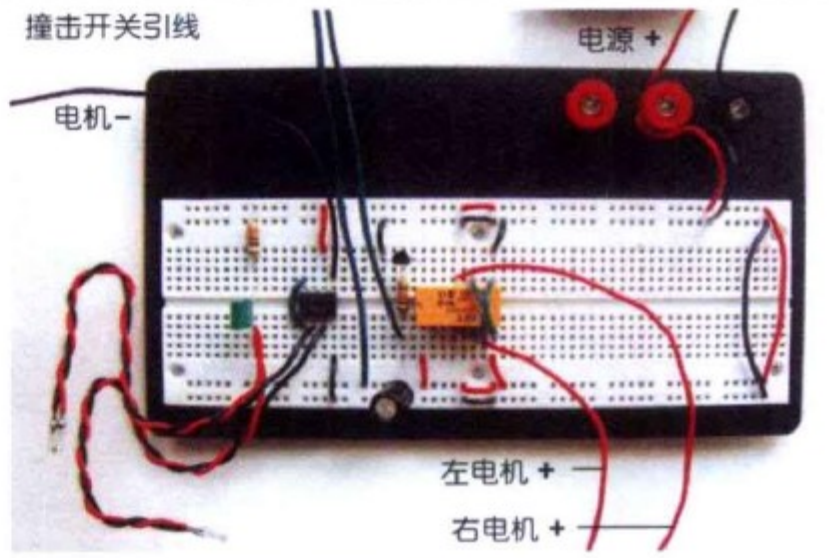
就这样，检查一下你打造的机器人大脑吧！

11. 连接发动机和电源

现在，我们已经可以将发动机和电源连接上，以检查它们是否能正常工作了。拿起右边的发动机，将其负极接线柱与LM386的插脚5相连，正极接线柱与继电器上的插脚13相连。将左边的发动机的负极接线柱与芯片的插脚5相连，将其正极接线柱与继电器上的插脚4相连。在许多发动机上，正极接线柱都标有一道凹痕或一个（+）符号。

最后，用电池扣或电池夹子将9V的电池连接到试验电路板上。要记住，电池的“outie”电池扣是它的负极。你的试验电路板看起来应该与右图中所示的相似，发动机应该能够转动才对。如果确实如此，恭喜你！找一个闪光灯，将光线转移到老鼠机器人的感受器中，并观察其速度的变化是非常有趣的。然后，触动一下缓冲器开关，听到继电器发出哒哒的声音，并观察发动机改变其转动方向。

如果一切顺利，检查一下，确保所有部件都各在其位，电容器、电阻器，以及晶体管在正确的孔内，电源的方向也正确。有些试验电路板会



发动机和电源都连接完毕的试验电路板。

将其电源并联到许多部分上；在本例中，你应该将电源与电力母线的每部分元件相连，或用导线将它们连接在一起。用一只没使用过的电池，并用万能表的探针在各处进行测量，以确保各处的电量都恰到好处。如果老鼠机器人的眼睛不能正常工作，就要检查一下眼柄的焊接点，如果有必要，将眼睛取出来用于另一支旧鼠标做成的机器人上。总会有一些效果比较好的部件可供使用。

12. 将控制电路自由地释放出来

既然我们已经有了一套对光极度需求的机器人大脑，我们需要将其安装到我们的机器人身体内，这样它就可以自己摄取光线了（这里暗示《活死人之夜》的声音特效）。一般而言，我们需要使用到较轻的导线，比如22标准尺寸的双股导线，将其塞入到机器人外壳中，并在焊接点处施加较小的压力。

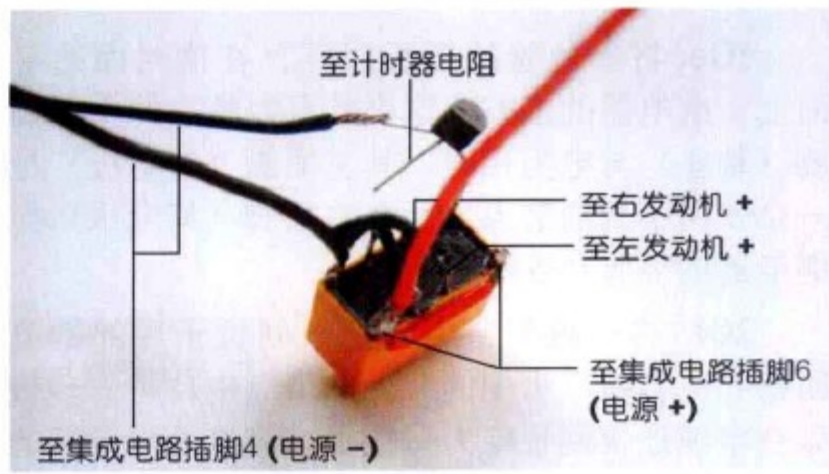
在焊接之前，先将所有部件装入外壳中试一下，从电池、发动机和缓冲开关开始。然后依次将其他部件排列在它们附近。电阻器/发光二极管敏感促进电路将挨着前半部分安放。在你对部件进行排列的时候，要检查外壳是否还关闭着，并且给导线留出一定的上部空间。当你对自己所做的排列感觉到满意时，就可以清空外壳，并用双面胶、维可牢或海报胶水将电池粘接在底壳上。这样，当老鼠机器人有电量减弱的迹象时，就可以将它换下来。

13. 安装继电器

为了处理继电器的安装工作，将其设置为“死虫模式”（在其背面上），并用短的实心导线呈交叉状，将其底部的4个插脚焊接起来，如图所示。

13a. 将晶体管的集电极（当你面对着其平面且插脚面向着你的时候，它就是右边的插脚）与继电器最左边的卷钉连接在一起。将一段长为4英寸的黑色导线（表示负极）焊接到晶体管的发射极上。我们将把它们焊接到集成电路的插脚4和电源的负极上。

13b. 将一小段红色的导线焊接到分别位于继电器右端上方和下方的插脚1和插脚8上。将一段长为2英寸的黑色导线（负极）焊接到左下端的插脚9上，再将一段长为3英寸的红色导线焊接到右上端的插脚8上。



13c. 在“死虫模式”下，将继电器粘接到外壳内，在它完全晾干之前，不要将其他部件安装到机壳内。我们将继电器布置在两台发动机之间。

13d. 用红色导线将位于左边的发动机的正极与继电器右边下边倒数第二个插脚（试验电路板上的插脚4）连接，并将位于右边的发动机的正极焊接到继电器上与插脚4对面的插脚13。

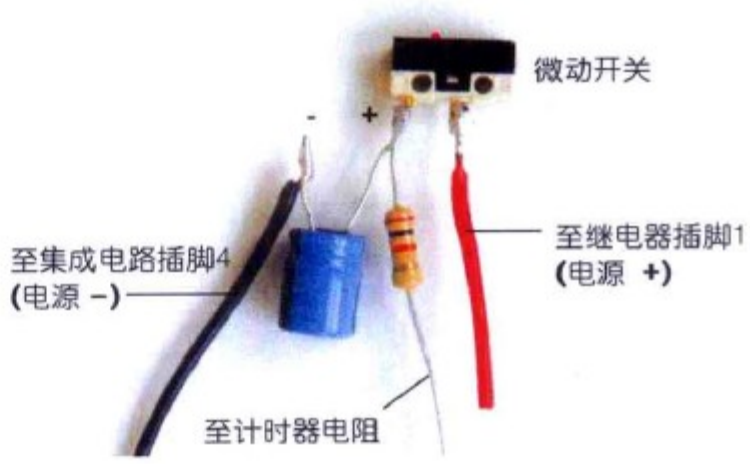
14. 连接开关部件

由于继电器比较靠近前端，我们可以将它与电阻器、电容器以及缓冲开关连接在一起，不需用到额外的导线。对于继电器，我们将先在机器人外面对其部件进行组装，这样更容易焊接。

14a. 将一段长为4英寸的黑色导线焊接到电容器的负极插脚（它上面应该有标识才对）上。

14b. 用万能表测试3插脚的缓冲开关，以确定当你点击的时候哪个边缘插脚会与中间的插脚接触，而当你结束点击的时候它会接触另一个边缘插脚。

14c. 将电容器的正极引线焊接到缓冲开关余下的一只插脚上，并将计时电阻的一端焊接到同一极上。



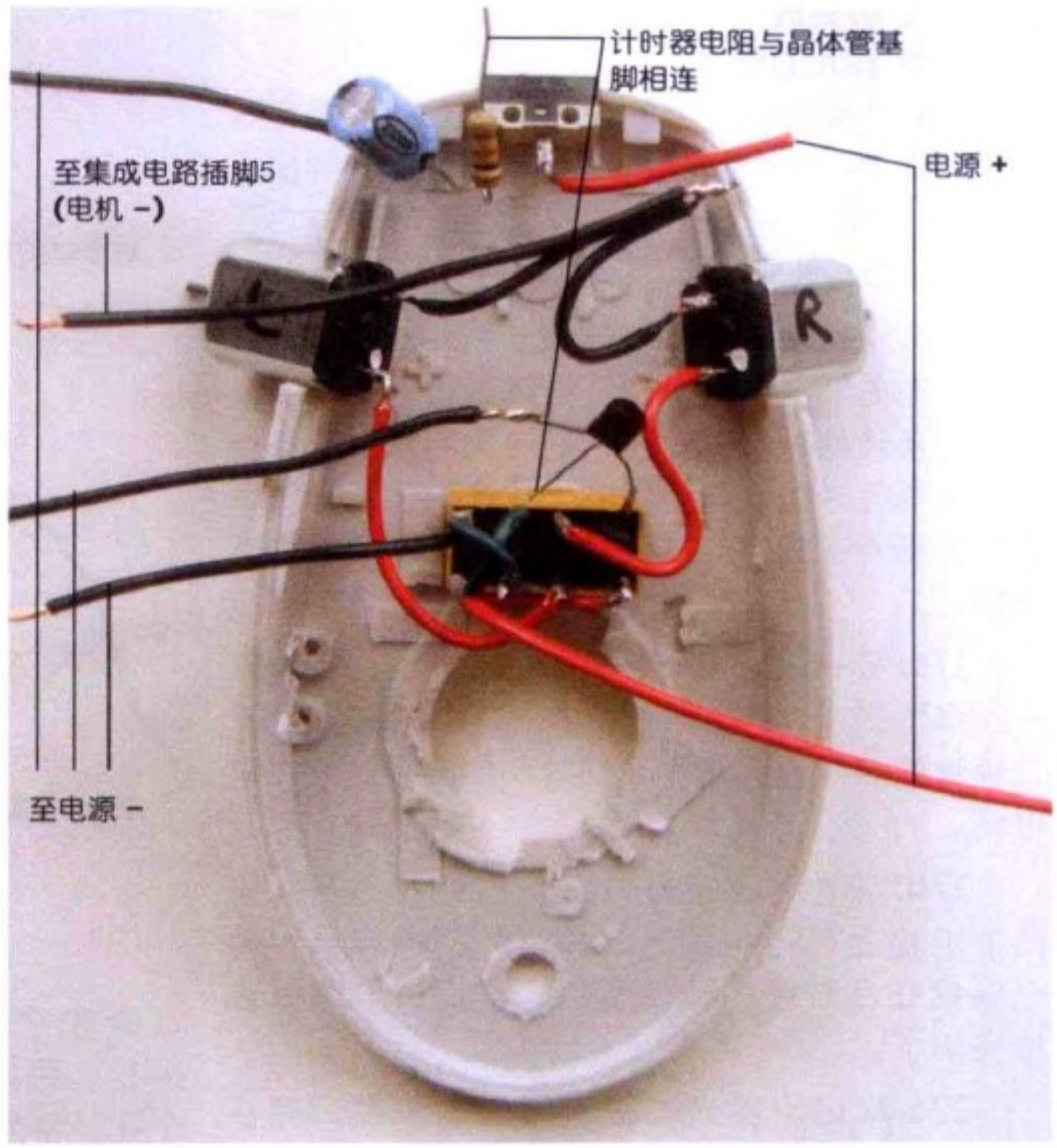
14d. 将一段长为2英寸的红色导线焊接到缓冲开关中间的插脚上，并将缓冲开关粘到机器人的外壳内，从你事先已经钻好的孔中探出来。

14e. 用一段导线将晶体管中间的插脚与计时电阻的自由端焊接在一起。

15. 给发动机供电

15a. 将两段长为2英寸的黑色导线焊接到发动机的负极上，然后将这些导线去了皮的另一端并排焊接到一起。

15b. 将第三根长为3英寸的黑色导线焊接到刚才焊接到一起的前两根导线末端，然后将它们焊接到芯片的输入插脚（插脚5）上。



16. 安装LM386控制芯片

16a. 将音频放大器的插脚1和插脚8折弯，并将其焊接在一起。

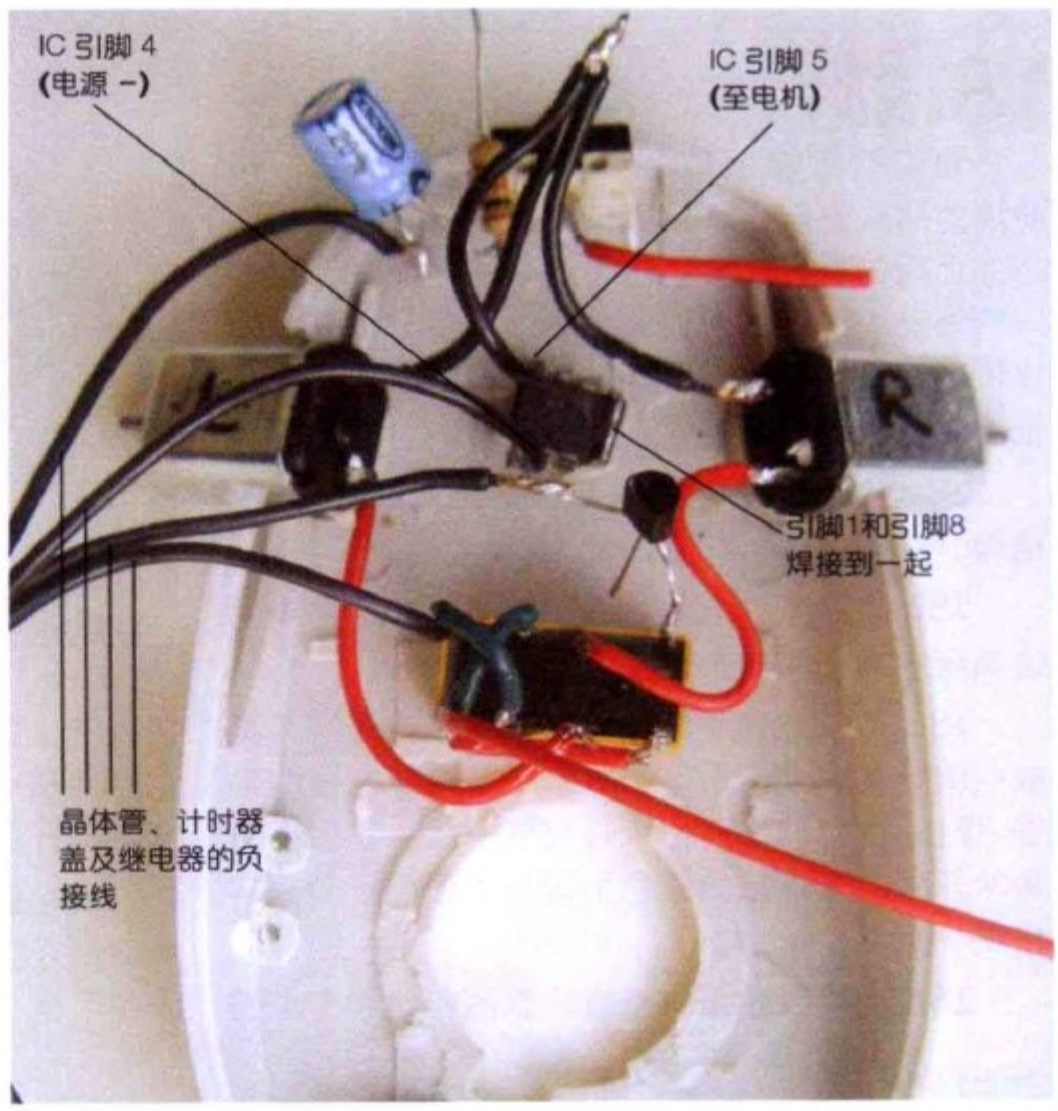
16b. 找到晶体管、继电器以及电容器的黑色导线，将其末端去皮，然后将它们并排地焊接在一起。

16c. 将电池扣的负极也焊接到这个节点上。

16d. 将一段长为1英寸的黑色导线焊接到音频放大器的插脚4上，另一端焊接到前面提到的负极导线节点上。

16e. 将继电器的红色导线与芯片的插脚6焊接在一起。

这就是老鼠机器人的下半部分机壳了！



焊接好的LM386控制芯片。

17. 安装老鼠机器人的眼睛

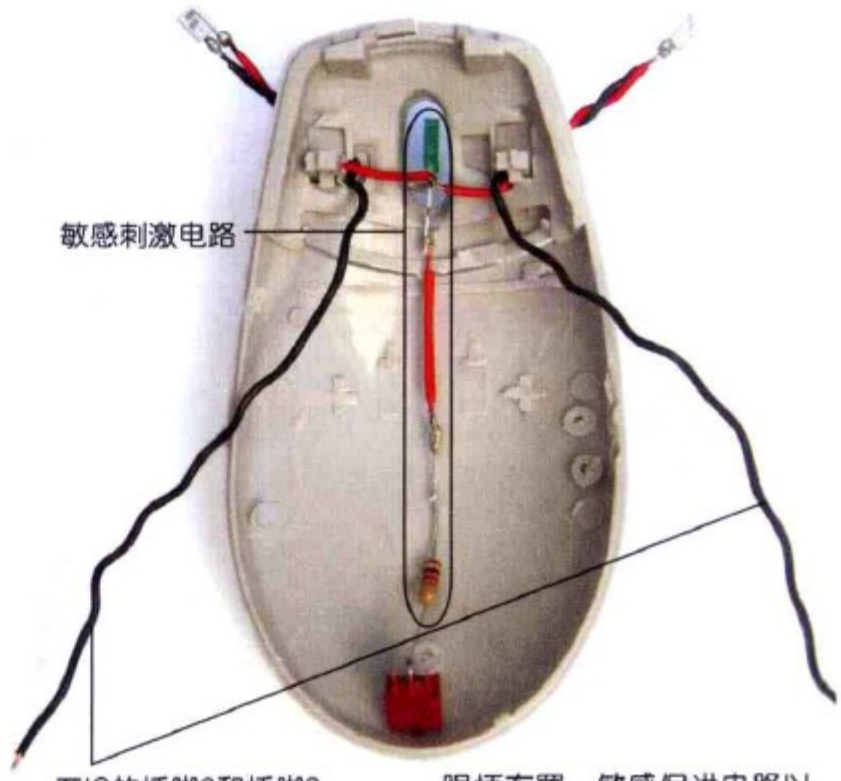
17a. 计算机鼠标上的按钮是独立而半固定式的塑料块儿。为了使老鼠机器人的眼睛牢牢地固定住，我们需要将这些按钮粘住，等到晾干后，再在鼠标的外壳上钻两个孔，将眼柄从孔中穿出。

17b. 从每个孔各穿过一根长约$1\frac{3}{4}$英寸的硬导线。在内部，对两根红色导线进行一下整理，使它们紧紧地靠着鼠标盖子的内侧刚好重叠在一起。将黑色导线沿着内侧向下折弯，使其弯向音频放大器所在的方向（但先不要急于对它们进行焊接）。

17c. 剪一段长为1英寸的红色导线，并将其一端焊接到1kΩ的电阻器上，另一端焊接到发光二极管的阳极上。这样我们就制作出了敏感促进电路。

17d. 将电阻器的另一端焊接到双态开关中间的电极上，再将发光二极管的阴极焊接到两个眼柄红色导线的节点上。这样促进电路就连接完毕了。

17e. 标记出发光二极管所在的位置，并在外壳上钻一个孔，使发光二极管能从孔中穿出（除非它现在就能够从鼠标滚轮的槽中伸出来）。将发光二极管从孔的内侧推出，穿过这个孔，再用绝缘胶布将它固定住。



眼柄布置、敏感促进电路以及电源开关都已设计完毕的鼠标上半部分。

18. 只剩下连接了

我们的机器人马上就要诞生了！现在，将前端的胡须安装上，再完成电源、开关以及控制芯片之间的最后连接。由于最后这几步是在半封闭的外壳内进行的，因此对于这几步我们并没有提供图片。但既然你已然是骇客高手，此时此刻也不需要我们的图片了。

18a. 将黑色眼柄导线与LM386上的插脚2与插脚3焊接在一起。

18b. 将红色的电池导线与双态开关的两个侧边电极中的任何一个焊接在一起。

18c. 将双态开关中间电极上的红色导线与集成电路上的插脚6焊接在一起，或与继电器的插脚1或插脚8中的任何一个焊接到一起。然后再将缓冲开关上未连接的红色引线与上面同一节点焊接在一起。

18d. 用绝缘胶布将所有裸露的引线和节点缠绕起来，以防短路。然后用胶水将塑料“胡须”宽松地粘在缓冲开关上，这样当它受到撞击时就会触动开关。



祝贺你！到处乱窜的感光机器鼠完成了。

18e. 最后，将电池固定在电池扣内，并用螺栓将两半部分外壳拧在一起。然后将老鼠机器人放在地板上，打开开关，观察它的行动。

完成

现在就去试试它吧！

使用



尽情地享受你的老鼠机器人吧

老鼠游戏

如果一切顺利，你轻轻弹一下它的尾巴，这台机器人就会立刻表现出老鼠一样的举动。机器人会立刻溜掉，并最后在屋内找一个光线最充足的地方停下来。如果你让老鼠机器人所处的周围环境中只有一处光源——一盏灯或一扇有太阳光照射进来的窗户，效果会更好。下面是其他一些有趣的实验：

将老鼠机器人置于走廊中，并关闭所有的门，只留一扇打开。将这个开放的房间的灯光布置得尽可能明亮，看老鼠机器人最终是否会跑到屋里去。再试一下让它从不同的方向开始起跑。

弯曲老鼠机器人的眼柄，从而改变它对光的敏感性。让两个眼柄距离更远些，再让它们距离更近些，再将它们向不同的方向折弯，直到你找到了最舒适的操纵为止。

用闪光灯吸引着老鼠到处跑。这个试验将会让你家的宠物疯掉！但要注意：被激怒的宠物可能会去袭击你的老鼠机器人，并会将它的部件揪出来。

解决掉问题，成就一只听话的老鼠机器人

如果你打开老鼠机器人的开关后发现它没有任何反应（就像模仿大笑声的竖笛："哇——哇——哇"），或者，如果它反应有些异常，你就应该立即将它关掉。一定是在安装过程出了差错。你要进行下面一些检查步骤：

首先，问自己一个技术支持的问题：它接上电源了吗？要确保电池是新的，电池扣也要良好固定，并且它的正极和负极导线都连接无误。然后再检查一下裸露的导线、引脚以及焊接节点等处，确保相互之间没有发生设计线路以外的接触。如果发生这样的短路问题，你可能收到的信号是电池发热。

接下来，再次核对安装说明，检查所有的焊接处。除了位置要正确外，焊点还应该是厚厚的、有光泽的，并且看起来外形很正常。使用万能表检测一下电阻器，并且将任何可疑的部件都重新焊接一遍。

如果老鼠机器人疯狂地绕着一个小圈盘旋，很有可能是你将发动机连接错了。试试将连接发动机后面的导线进行交换。

如果它绕着一个比较大的圈旋转，很可能是将发动机的导线连接正确了，但只是两台发动机没有处于同一水平线上。如果确实是这样，重新粘接发动机以使它们呈现对称状，且轮胎处于同一水平线上。

如果老鼠机器人总是向后行动，可试着将两台发动机的导线交换一下。

资料来源

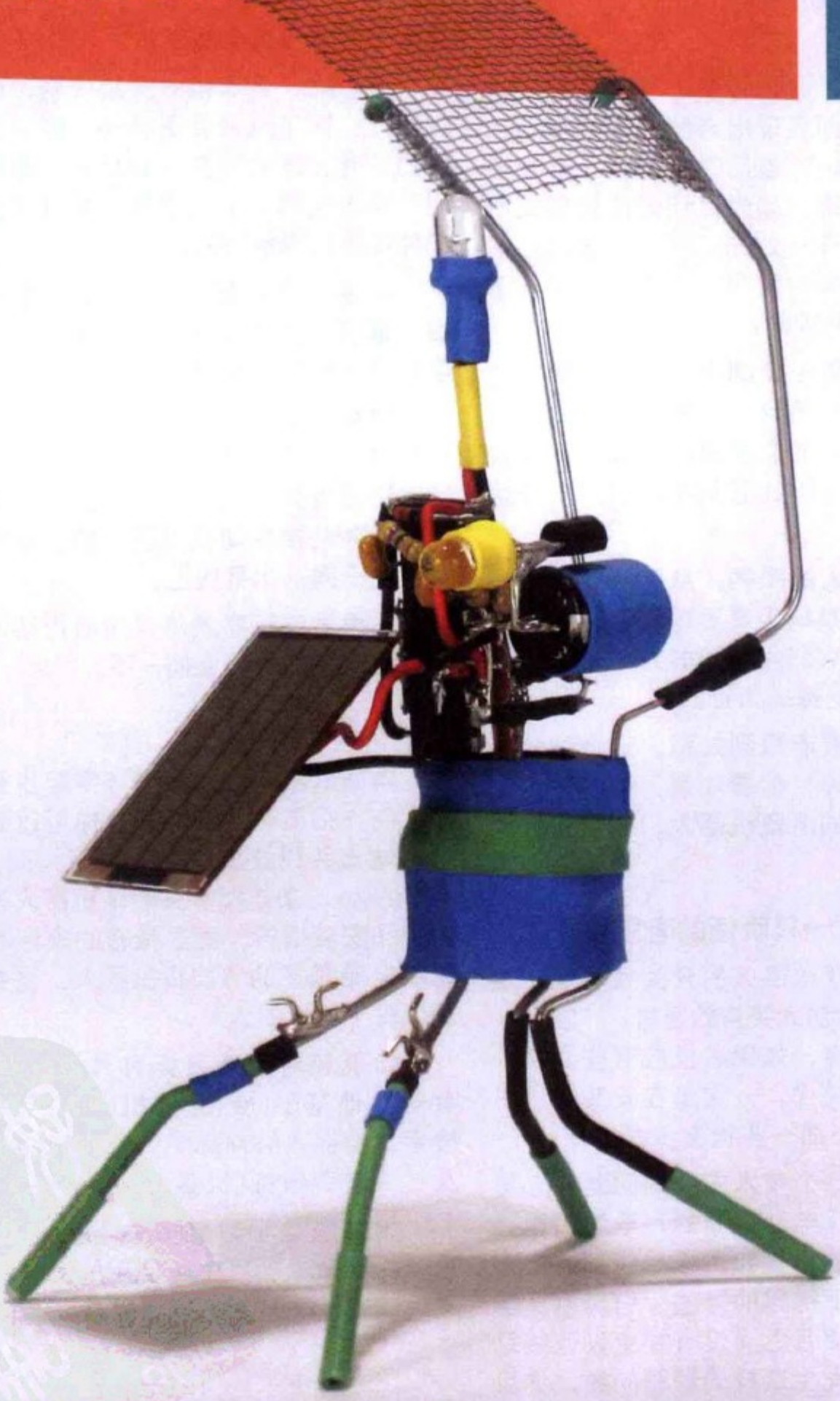
本项目由本人的图书《零起步初学者的机器人制作指南》改编而来。你可以到我的机器人网站街头科技上的相关页面streettech.com/robotbook，来查阅有关老鼠机器人改造的更多图表和安装指导。更多精彩的硬件改造，请参见戴夫·哈里昆的《旧货机器人、昆虫机器人以及带轮子的机器人》。

如果您对改造鼠标有其他一些创意，或者对其他基于LM386的机器人感兴趣，可以搜索"机器人+LM386"、"赫比+LM386"以及"兰迪·萨根特+机器人"。

如果您想学习更多关于直流发动机的知识，并观摩本项目中所使用的发动机的剖开版本，请登录http://xrl.us/fkxh。

Pummer，老兄！

一部分机器人用于生活，一部分用于技术，这些桌面玩具做起来简单而又有趣。 加里斯·布兰韦恩



摄影：扎克·德博得

我曾在《爱上制作》中写了一篇关于BEAM的文章，是一种抵挡的机器人制作品牌，主要是一些受生物学启发的相似的电子产品。我介绍了如何制作BEAM生物学分类的两种机器人：Solarrollers和Symets。BEAM家族中最令人迷惑不解的成员就是Sitter，一种几乎没有运动部件的非移动机器人。

Sitter中我最喜欢的一种类型就是Pummer，它在夜间工作，白天吸收阳光，把能量储存在电池或者电容器中，然后，当它感触到任何黑暗，就把能量转化为光线。正是因为这个电子设备简单而又小巧，在设计你的Pummer的过程中你可以得到许多乐趣，你可以创造一件时髦的高科技艺术品，它会激起任何一个看见它的人的好奇心。

Pummer如何工作

我们曾经讲述过不同种类的太阳能发电机（SE），它们是一些能驱动小型机器人的简单能量电路。我们提到了夜间工作的太阳能发电机。这是许多Pummer中应用的一种SE。所有的SE电路工作原理大多相同：太阳能电池捕获光能，把光能转化成电能，然后储存在电容器或是可充电电池中。当达到激发容量时，储存的能量就被释放出来进行一些工作。在一个电压激发的SE中，“激发”是一个设定的电压上限。在夜间工作的SE中，“激发”是一个光线度的门限值。

参看下一页的电路图，你也许会问你自己：“通知”Pummer何时发光的传感器在哪里？设计独特的是，这个太阳能电池和电路本身就可以完成这项工作。

白天，当光线照到太阳能电池上，电池把能量送到储存器上的时候，电路中的二极管使能线保持高电位。当光线/电流达到电池/电路的一定容量（由平行电阻器设定）时，使能线变成低电位，激发放电循环并点亮LED灯。二极管是一种电路中的单方向阀门，可以防止电路电流回流到电路发电部分，除了发电通道电流无处可去。

Pummer电路

有许多不同的Pummer电路你可以利用，从简单的可以驱动一个LED的，到更复杂的可以最大化能量收集和发送的，还有可以驱动许多LED的。这里展示的这种，应用在太阳能机器人双元电路实验BCP项目中（见makezine.com/08/pummer），简单朴素，电路高效，而且货真价实，它可以制作非常酷的Pummer，而且可以省去许多制作中的头痛。

这个夜间工作的SE电路使用另一种BEAM电路，康百——BEAM智能的“神经元”。这里，这个二状态振荡器是用来产生闪光的。C1和C2电容器是用来设置闪烁/停止频率的，C3控制着延迟速率。你可以在面包板上试验一下不同电容器产生的频率。

其他的Pummer电路，包括那种可以控制许多LED的，可以在Solarbotics.net中找到，在in/library/circuits.这一栏。科斯塔·爱卡BEAM（costaricabeam.solarbotics.net）有一个考虑相当周到的Pummer计划的图书馆，包括一个可以把Type1Solarengine（使用一种1381电压激发器）变成一个具有黑暗触发电路功能的电路。

Pummer设计

Pummer非常酷的一面是：它是一个Sitter，没有运动部件，也没有是否会超重的顾虑，因此机器人的设计和审美成为了它的中央舞台。你可以按照任何你喜欢的样子来制作Pumemer。许多制作者，受Pummer是一种机器人安置生活的启发，把LED安装在一个或是许多长茎上。但是Pummer有被做成现代雕塑型、六角形、三角形、立方形，甚至一条长着带太阳能电池的翅膀和闪烁的LED眼睛的龙。真的，只有你的想象力和制作技术才是你的限制。

Pummer的大部分是用纸夹组成的。扎

材料

搭建Pumner电路，你需要准备：

太阳能电池3V，20mA（我推荐用SCC2433a）。

八进制反向缓冲器 IC，74AC240。

AAA镍镉蓄电池（2个），你也可以用10F “电容电池”（2个）。

0.22μF电容（2个）上面常会打着“224”的标记。

1000μF 电容，或者3 300μF。

1kΩ电阻

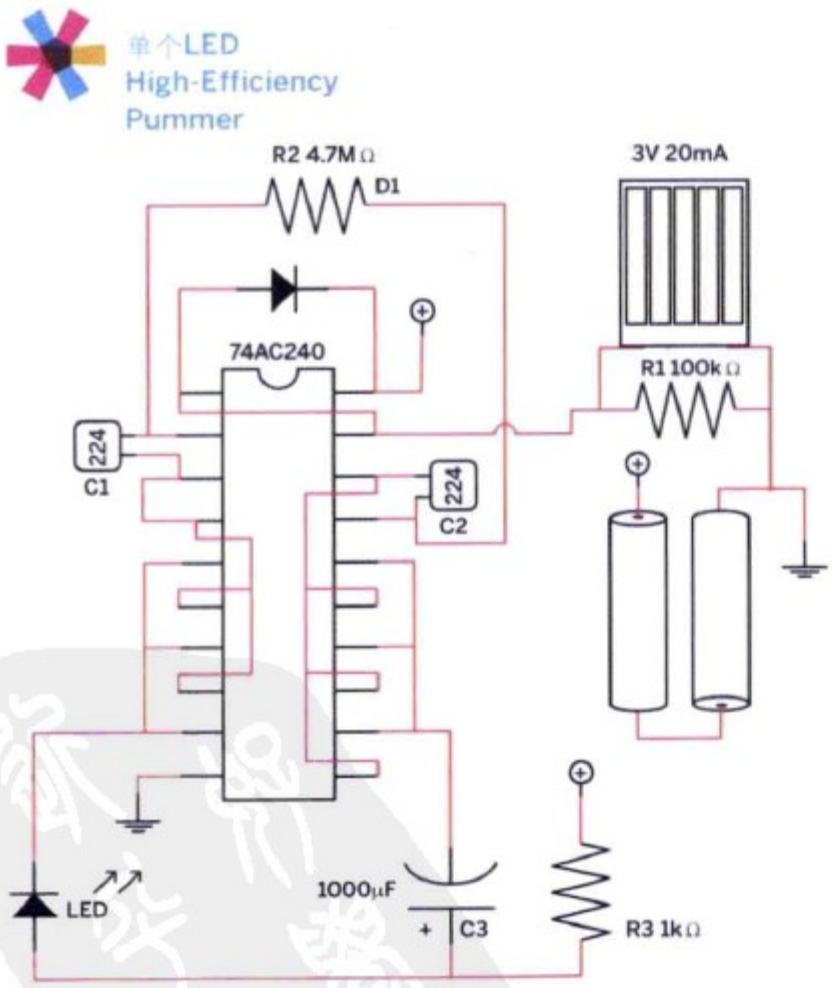
4.7MΩ电阻

任何颜色的LED，高亮度发光二极管。

一个低电压的二极管，例如1N5818肖特基二极管或锗二极管是最好的选择，用硅二极管也可以。



扎克·德博得的Pummer收集，这些Pummer由纸夹、吉他弦、橡胶带、热缩管和无尽的想象力制成。



克·德博得，一个芝加哥的BEAM制作者（他的Pummer已经展示这里的图片里了）写道："买一包巨大的和普通型号的纸夹。仅用2美元你就能做一个完整的机器人队。我的创作几乎只用纸夹和吉他弦。"

其他普通的部件是橡胶带和热缩管。"这种热缩管的聚集（在RadioShack和其他地方可以找到）可以使用很长时间，"德博得说，"不仅你的机器人可以看起来更有趣，而且你可以在一些关键的地方使用这种管子来加强那些脆弱的连接点。"

更多Pummer的资源请参见： makezine.com/08/pummer。

加里斯·布兰韦恩为《连线》杂志写过互交技术和文化类文章，并且是本书英文版顾问委员会成员。他还是Streettech.com网站电子出版物的主任。

改造Roomba真空吸尘器机器人

不要让ROOMBA机器人只能收集灰尘。你也可以改造它，用你自己的意识占据它的世界。

菲利普·托容、托德·凯尔特

在2006年5月，制造Roomba真空吸尘器机器人的Irobot公司宣布他们共卖出了两百多万个扫地机器人，使Roomba机器人成为历史上最成功的家用机器人之一。有超过两百万个可能被拆解的机器人，改装Roomba机器人的大量信息出现在网络上只是一个时间问题。

Irobot公司很积极地回应了这些改造呼声，他们把当前各种型号的Roomba机器人的接口开放给了大家，并且发布了名叫“创造”的教育版本。用各种方法来改造这个新生事物，制作者们的响应是实现了大量的相关制作并开发了软件。下面将介绍一些改造Roomba机器人的有趣项目：



Roomba机器人衣服
myroombud.com

MyroomBud是由一群想赚点钱来买牛仔靴的小孩发起的。他们手工设计并制作了Roomba机器人服装，包括青蛙、猪、老虎、牛、瓢虫以及兔子。他们的广告语是：“如果你不给Roomba机器人穿上衣服，它们就是裸体的机器人。”

透过Roomba机器人之眼看世界
roombacam.com

Roombacam这个新网站收录了从Roomba机器人的位置拍摄的大量视频文件。Roomba厨房游记是将视角放在吸尘器机器人的位置拍摄的，但是该片并不如“夜晚红外线猫捕猎”那么令人毛骨悚然。

“吸尘器机器人和服务网页”
makezine.com/go/roombanet

尽管科幻电影和小说中有很多警告，麻省理工学院的博士生布莱恩·亚当斯还是觉得在Gumstix Linux板上用神经网络控制Roomba是一个好主意。进入RoombaNet网页你就可以看到这个机器人正在打扫莎拉·孔恩的公寓。

用Wii游戏方式控制Roomba机器人
spazout.com/roomba

索尼和微软在Wii游戏的图像处理算法和运行速度上竞争得不可开交，而Wii游戏机也是任天堂公司在近代带给游戏市场最好的游戏系统。Wii游戏机的运动传感控制器使游戏变得非常有趣，使用Roomba Wii控制器系统后，你只要简单地挥挥胳膊就可以指挥Roomba机器人干任何事情。

如果你手上有苹果公司的新版MacBook电脑，你也可以在计算机上用同样的方法使用这个倾斜传感器。

Roomba机器人音乐
makezine.com/go/roomidi

Roomba内部有一个压电陶瓷蜂鸣器可以用来播放音乐。你在使用Roomba时可能听到过声音，那是电机发出的噪声。为什么不用MIDI接口来控制它放音乐呢？RoombaMidi是基于Java编程的一个程序，而RoombaMidi2是用面向对象的C语言编写的，两个程序都是用来实现一个虚拟的MIDI设备，可以用在苹果的OS X操作系统上跑的Midi播放器上，比如AbletonLive、Logic等。

手机控制Roomba机器人
makezine.com/go/rcontrol

RoombaCtrl是用Java编写的一个小程序，用在兼容蓝牙和J2ME的手机上，利用手机内置的蓝牙适配器去控制Roomba机器人。可以在Hacking Roomba网站获得应用程序；在sparkfun.com网站可以获得没有编译的代码。

香龙Roomba机器人
makezine.com/go/cylon

香龙的母舰是怎么保持得如此整洁的？当然是用的香龙Roomba机器人了。这个制作包含了全套资料，可以制作出你自己的脉冲LED香龙Roomba机器人。用来打扫你自己的高伊斯·巴尔塔或6号渗透者。

机器人，给我一杯啤酒
makezine.com/roomba

机器人爱好者制作的第一个机器人几乎都是直线循迹机器人。这个网页是介绍在Roomba机器人上增加红外传感器，可以将它改造为一个沿着地板上的直线行走的机器人……或许可以走到电冰箱那儿去帮你端一杯啤酒。

仿生老鼠
makezine.com/go/irobot

使用iRobot新款的“制作者”可编程机器人可以模仿大老鼠运动，让这个老鼠在一个塑料轨迹球上跑动，利用轨迹控制Roomba机器人，看看它能跑多快？能跑到哪儿去？

机器人Roomba黑猩猩
makezine.com/go/chimp

我们并不是住在月球上，也没有驾驶气垫车。但是我们可以在Roomba机器人上装一个电子动物黑猩猩的头，让它在做清洁时模仿黑猩猩嚎叫。

托德·凯尔特是Hacking Roomba的作者；菲利普·托容是Roomba机器人斗鸡和Roomba机器人青蛙的先驱者。



拆开我：Robosapien是一个可以怀着明确的目的去改装的机器人。

ROBOSAPIEN机器人

这种人性化的机器人不要轻易打开。

戴夫·普罗克诺

2004年，卖出150万个Robosapien机器人。不论对成人还是孩子，Robosapien机器人都充满了诱惑力。它可能比那些雄心勃勃的教学产品更加接近令人激动的未来机器人。

但是，这仅仅是一个方面。Robosapien机器人绝对是少数你必须要拥有的玩具，有三个原因。首先，当你拆解Robosapien后，绝对会被它简洁漂亮的设计所折服。平衡弹簧、整体注塑外壳、复杂的齿轮系统和伺服电机，这一切都让疲惫的玩具爱好者欣喜万分。这个机器人可不是什么“破老爷车”。

然后，打开Robosapien，可以学习到机器人和玩具设计的基础知识。是的，机器人内部很好地证明了这一点。它可以完美地承担机器人学的教学任务，只要你愿意拿起螺丝刀打开机器人。

最后，如果你想利用Robosapien最大的一个优势——它很适合改造，那你不会不打开机器人了。在WowWee公司和Robosapien机器人发明者的支持下，我写了《官方版Robosapin机器人改装指导》，详细介绍了大量改装、结构设计和这个非凡的机器人可以执行的动作。

警告： 在开始改造之前，请确定你知道你将要做什么。如果你不知道你在做什么，那你很有可能会损坏你的Robosapin。任何一个小小的焊接错误都有可能使它变成一个废物。

摄影：戴夫·普罗克诺

非常遗憾的是，我只有两个机器人，我不能在这本书里进行彻底讨论。

Robosapien的频率是什么？

改造这两个Robosapien机器人，最简单的是替换主处理器的晶振。在Robosapien主电路板上标记Y1的地方有个晶振，这个晶振其实是一个独石电容。因此，不难想象更换这个电容晶体的数值可以改变Robosapien的“个性”。

更换不同容量的电容，可以使机器人的运行速度增加或降低几乎50%。同时，Robosapien的红外遥控依然可以工作。这个机器人允许你改变电机速度，从而让它运行得轻而快或者慢而沉稳。

芝麻，开门

首先（或许是最难的一步）是取出Robo-sapien内部的主电路板，这步只需要一只0号飞利浦螺丝刀。在开始任何拆开机器人的操作之前，必须将其脚部的4个电池取出。Robosapien有4颗螺丝固定着背板，每个肩部一个，腰上两个。

一旦去掉螺丝，后盖就能揭开了。此时必须小心，电源开关线束（内含扬声器线）附着在主电路板上。拔掉电路板上的电源开关线束插头，后盖就可以拿掉了。然后把前后盖放在一边。

改变电容量

主电路板安装在Robosapien的后背处。花一点时间，认真研究一下WowWee公司印在主电路板上的标记，这对你非常有帮助。

找出电容晶体。它在ICU3的左边，标着Y1的地方。虽然这个晶体看起来像一个电容，其实它是一个陶瓷振子。用斜口钳把它剪下来，你现在可以在这个位置焊上一个新的陶瓷振子或者电容。我开始用了一个0.22μF的独石电容，当然，你也可以使用更贵的陶瓷振子（digikey.com）。你开始可以选择大约4MHz的振荡频率。把独石电容或者陶瓷振子焊在老晶体的焊点上就可以了。



Robosapien的主板位于机器人的后背，标着Y1的器件就是晶体电容。

装配和运行

假如你确实想尝试多种电容晶体，最好在Y1的通孔焊盘上焊接一个2针插座。然后你可以不断调换电容或振子，直到满意为止。

通常，高频率的振子（例如6～12MHz）会让Robosapien更快一些（注意：高于6MHz时，红外遥控可能工作不正常）。低频率导致Robosapien行动缓慢。

我们依据这个原则选取电容。用2.2μF电容，会让Robosapien速度加快。记住保存好原来的晶体，这样你可以让机器人恢复到出厂状态。

足球小子

把Robosapien变成一个强壮有力、移动迅速的足球机器人怎样？好主意，比你想的要容易！预先警告你，这需要更加精细的改装。假如你已经被早先的改装搞得痛苦不堪，那么在你有了更多的电路改造方面的经验前还是暂停吧。

使用镍镉充电电池、两通道驱动板、两级无线控制，在机器人臀部变速箱内安装高转速、高扭矩电动机，可以让Robosapien的行走速度提高3倍。通常，在无线遥控汽车模型里，可以找到这种电动机。若手上有这种电机，你还

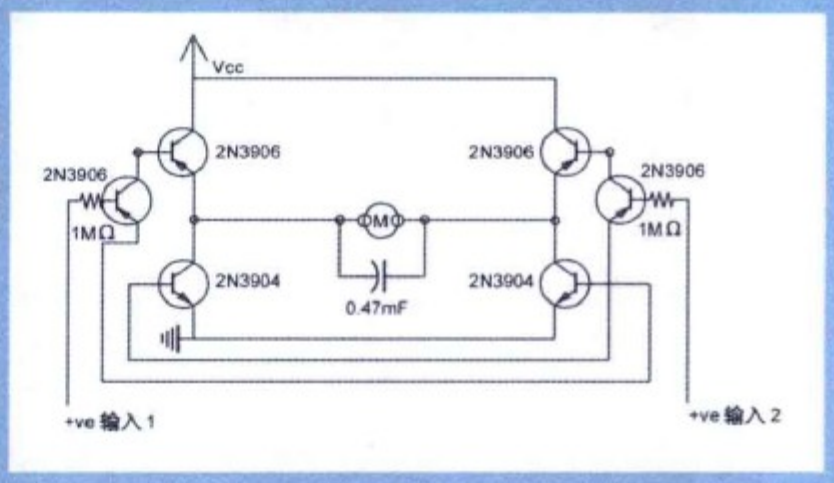
需要制作驱动板并把它安装到电机上。

为了取出Robosapien内部的臀部变速箱电机，需要去掉前后盖（如前文所述），脱下它的“裤子”。脱“裤子”比较棘手，因为有两颗螺丝藏在背面底板上黑色塑胶插头的下面。

在拆了无数个Robosapien后，我发现这些插头有的扣在一起，有的粘在一起。扣着的插头，用小刀的刀身可以很容易地打开。粘着的必须钻开。用安装小钻头的手钻，不要用电钻，它的转速太高，会融化塑胶。简单地手拧一两圈，就可以在插头上钻出通孔。然后增加钻头的直径，慢慢扩大孔的尺寸。

假如你不小心划伤了黑色塑料，没关系，用细砂纸打磨一下，然后喷一点黑色亮光漆即可。

我已经给出一个简单的驱动板电路图，帮助你制作这个电路。把驱动板连接到Robosapien主电路板非常容易。驱动电路的每个驱动输入端都连接到Robosapien上的电机线（即“LEG-L”和“LEC-R”）。剪掉Robosapien变速箱上的两个电机的导线。去掉旧电机，换上高扭矩电机。要确保这些电机的静态电阻大于4Ω，直径在3/4~7/8英寸，长度小于2英寸，轴的顶端有一个小齿轮（例如，任何Mabuchi FA-130系列电机都非常理想）。当然，你也可以只安装驱动板，只是效果没有更换高扭矩电机那么明显罢了。



驱动板电路的电路图（电路图是马克·W.台登于1997年的原始设计的改进版）。

机器人能源

现在你的新电机已经准备好了，你必须找到电源驱动它。在Robosapien主电路板下边（“L-SW-GND-C”和“SPK-VDD-Fr-VCC”），有两个伸出来的接头，分别是Vcc和地线。记住旁边的那个大电容（330μF，耐压16V）必须与Vcc相连，它是Robosapien“大脑”的电源滤波电容。

现在，启动

现在可以出发去比赛了。在你准备让Robosapien在赛道上“勇往直前”，先需要在平滑表面上测试这个新的高速“运动员”，或者你可以在脚部每个电池仓外面覆盖一些光滑的东西。插入你的镍镉电池，再检查一遍。当你用它进行足球赛时，第二种“奔跑”模式将会使机器人跑得更快些。

本文作者戴夫·普罗克诺著有《官方版Robasapien机器人改装指导》（2005年出版）。关于该书详情和其他制作项目请参看pco2go.com。

1+2+3 三步完成振动机器人

马克·弗劳恩菲尔德



用一个玩具里的电机和一个薄荷糖盒子来做个颠簸不停的机器虫子。

你需要： 金属的薄荷糖盒子、剥线器、一个从电池动力玩具里拆下来1.5 V的电机、小的金属垫圈4个、小的螺柱和螺母各2个、大约1英尺长的绝缘线、曲别针、1/4m的塑料水龙头，外径37/64英寸平垫圈3个、5号电池、热胶枪、热熔胶、线缆扎带。

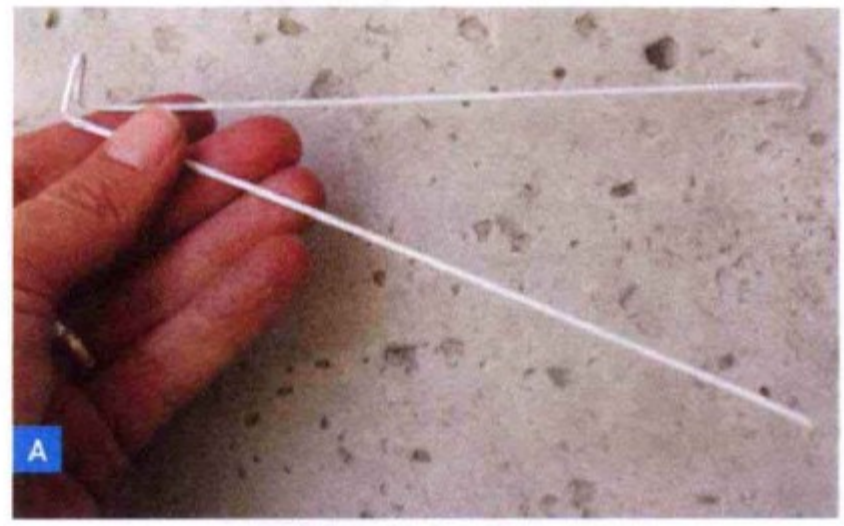
我三年级的女儿把我给她花1美元买的电池动力风扇摔坏了，塑料外壳碎了用不了了。我许诺一定用这个风扇的电机给她做个更好的东西。我是Chico Bicalho的飞盘的爱好者，受此启发我做了一个机器人。我把这个机器人称为Vibrobot振动机器人。你如果要想做，不用几个小时就能完成。

1. 准备糖果盒子

大家可以选择将盒子上的油漆磨掉，用一个锤子和一个Philips的螺丝刀在盒子底部的两端钻两个孔。这两个孔是用来安装机器人的腿的。在盖子一端打一个孔用于走线。

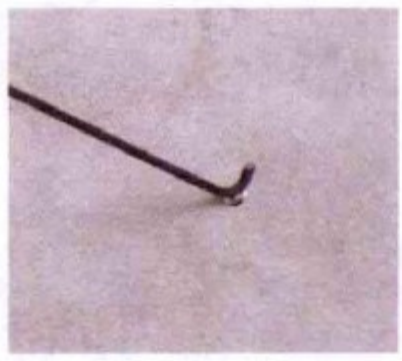
2. 准备腿

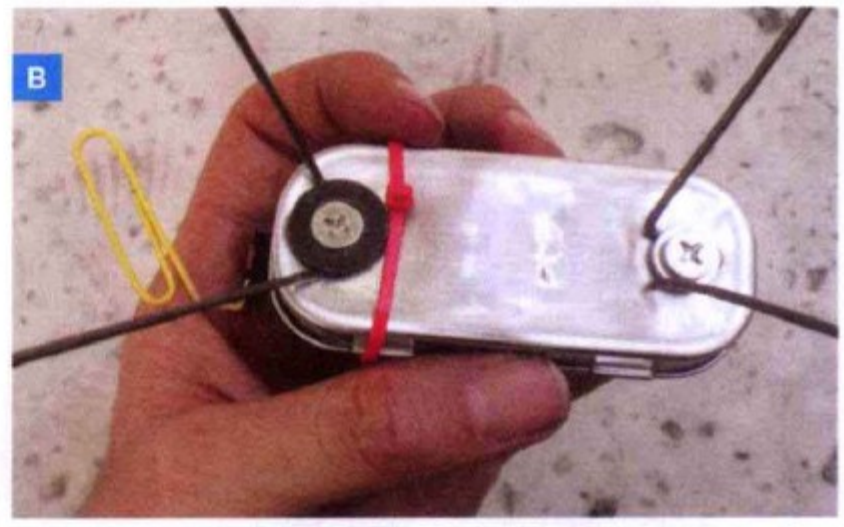
从衣服撑子上剪下两根长线弯成一个V形。将V的头子弯成一个直角再在两端都弯出一个脚（见图A）。用螺柱螺母和垫片将这两条腿通过孔洞安装到盒子上（见图B）。在每个脚上加点热熔胶，这样就能有些弹性。



A



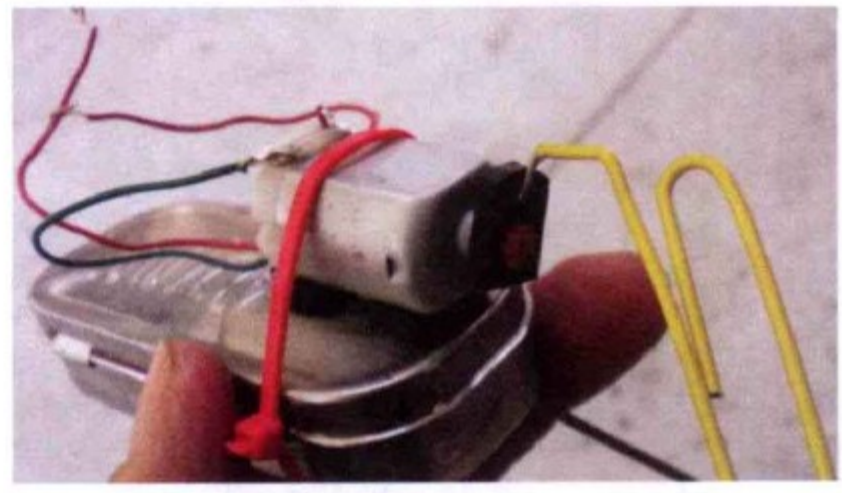




B

3. 安装电机

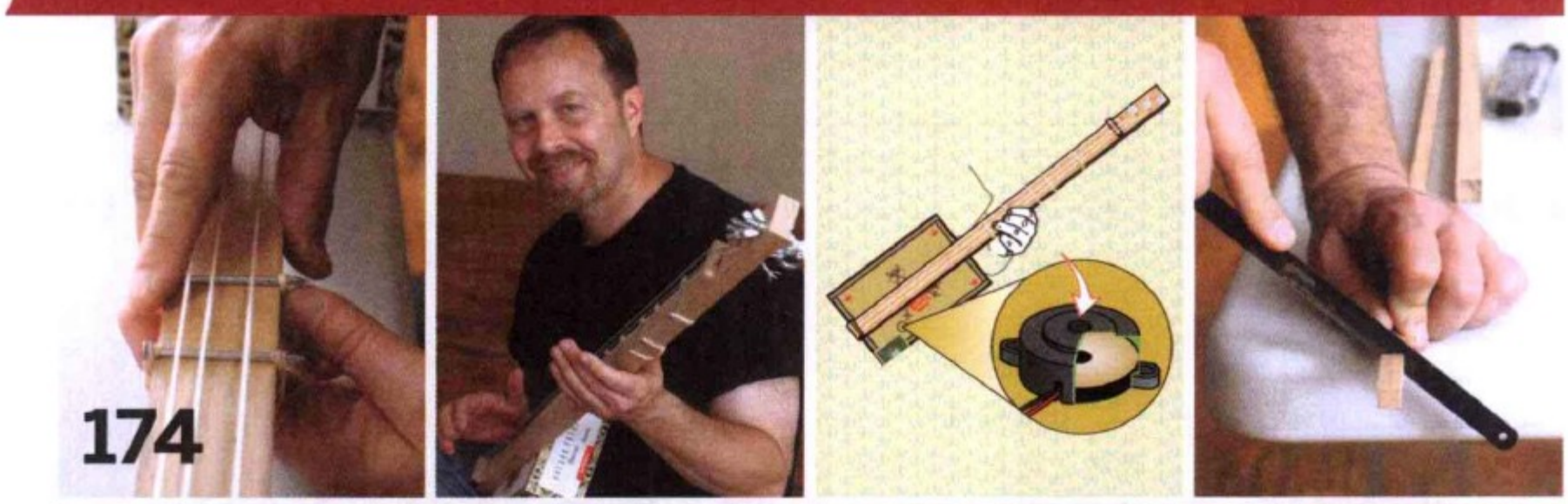
将曲别针穿过一个塑料的平垫片并将垫片装到电机的轴上。将两根线焊到1.5 V的电池上并将电池放到盒子里，然后通过盖子上的孔将这两根线穿出来。将穿出来的一根线分别连到电机上的一个端子上，然后再在电机的另一个端子上焊上一根线。在电机和糖果盒子间垫上两个塑料的平垫片再用扎带将电机和盒子扎紧。



使用振动机器人时，将电池上的悬空线和电机上的悬空线拧在一起（也可以焊上一个弹簧夹作为开关）。试验的时候，只要将曲别针和腿稍弯折成不同的形状就可以看看效果了。makezine.com/10/123_vibrobot上有视频。

马克·弗劳恩菲尔德是本书英文版的主编。

摄影：科里亚·辛克莱



“我做这个饼干盒放大器花了5美元。放大器的电路释放出野兽的全部潜力。它产生1/4W的功率，却能达到舞台上给人翻天覆地般感觉的效果。想想吧，就像是吉米·亨德里克斯当年在蒙特利流行音乐节上那样的激情表演。”

布莱恩德·赖特宁·皮特

最佳音乐项目



制作机器，制作音乐

显然，不论是用心聆听，还是自己创作，音乐是生活中最大的享受之一。那么现在请想像一下，不仅要制作音乐，还要去制作乐器，传出你自己写下的美妙节奏。甚至你还可以骄傲地改装或建立属于自己的家庭音乐系统和便携式放大器。然后别忘了准备好MIDI[1]和袜子猴[2]。难道要让袜子猴来制作音乐？我们打赌你一定会享受到前所未有的音乐乐趣。至少，直到尝试我们给你提供的操作方法之前。

[1]译者注：MIDI(Musical Instrument Digital Interface)乐器数字接口，传输音符、控制参数等指令。MIDI系统是一个作曲、配器、电子模拟的演奏系统。
[2]译者注：袜子猴，美国和加拿大的民间玩具，其四肢前部和尾部末端用袜子缝制。

雪茄盒吉他

埃德·沃格尔

甜美的声音，
迷你三弦吉他，
美国音乐传统技艺
的复苏。

准备: 第177页　制作: 第178页　使用: 第184页

摇摆起来

作为一名支教音乐老师，我有时会遇到买不起乐器的孩子。因此我决定设计一把既便宜又传统的自制雪茄盒吉他。

1950年之前，工业生产的吉他非常昂贵，因此许多民间音乐家都自己制作弦乐乐器。由于木制雪茄盒结构坚固，因此它变成当时很流行的用于制作琴身的材料。一项美国的传统也由此诞生。而今天，制作雪茄盒吉他是复古的表现。

我的三弦吉他很简单，只需要一个电动工具和一些常见的五金配件。尽管它的成本很低，却能演奏真正的音乐，并能长时间保持音准。小孩子都能制作（并演奏它），所以你也能。

试听雪茄盒吉他：
makezine.com/04/cigarbox。

摄影：萨拉·怀廷

埃德·沃格尔住在明尼阿波利斯，他相信“世上无难事”。

制作弦乐器

一根弦只能发出非常微弱的声音。雪茄盒吉他和其他弦乐器一样，使用扁平、轻质材料，推动周围更多的空气，以产生比较大的声音。一个压电拾音器将振动转换成电压，让你能够接入功放并吵醒全部邻里。

雪茄盒

就像小提琴的琴身或钢琴的共鸣板一样，雪茄盒随着琴弦的振动而生共鸣，使声音扩大。另一方面，雪茄盒产生的共振会通过琴弦的振动而减弱，从而减少了振动所持续的时间。

琴钮和品丝

由非常便宜的螺丝和钉子制作。它们用来调整琴弦的长度和张紧度，也就是拨弦发出的音调。

琴桥

这个连接点必须非常坚固，它把弦的振动传给雪茄盒。

压电效应

某些材料根据受到外力的大小，按比例产生相应的电压。当晶体受到某固定方向外力的作用时，内部就产生电极化现象，同时在某两个表面上产生符号相反的电荷；当外力撤去后，晶体又恢复到不带电的状态；当外力作用方向改变时，电荷的极性也随之改变；晶体受力所产生的电荷量与外力的大小成正比。有压电效应的材料可以制成传感器，将振动转换成电压信号——可以当作拾音器（话筒）。

压电陶瓷蜂鸣器

压电陶瓷的压电效应是双向的，将振动转化为电压或电压转化为振动。廉价陶瓷蜂鸣器设计成小型扬声器形状。但它们也可当作拾音器。内部的压电陶瓷元件由陶瓷金属晶体粉末混合而成，然后用一个强大的“直流”电压调整所有的晶体。由此产生的材料比压电晶体更便宜和更耐用。

绘图：达斯汀·埃默里·霍斯泰特勒（UPSO.org）

准备



材料和工具

[A] 笔、纸等（未展示）

[B] 剪刀（未展示）

[C] 雪茄盒或其他合适的木盒。

[D] #15和#18 梅森麻线。在五金商店有售，这是水泥砌砖工人使用的标志线。

[E] 1/4英寸×3英寸羊眼圈螺栓和螺帽 (3个)

[F] #12×5/8英寸木螺丝(3个)

[G] 电钻和钻头

[H] 3英寸1X2红橡木。这将是吉他的指板（琴颈）。在木材的实际尺寸为3/4英寸到1.5英寸，1×2是红橡木的命名。

[I] 1/4英寸方硬木条，至少1/2英寸长。这个用来做琴枕，安装在指板上面。

[J] 1/2英寸方硬木条，至少11/2英寸。这个用来做弦桥。

[K] 强力胶

[L] 90秒环氧基树脂（或者5分钟环氧基树脂，多一点时间定位）。

[M] 1/4英寸垫圈 (6个)

[N] 1/4英寸蝶形螺帽 (3个)

[O] 2英寸普通钉子 (至少3个)

[P] 飞利浦螺丝刀

[Q] 3.5英寸x1英寸 (规格33) 橡皮筋

[R] 钢锯条

可选材料

1 500~3 000Hz压电元件，用于拾音放大器。

1/4英寸耳机插座

烙铁、焊锡、和线

制作



制作你的雪茄盒吉他

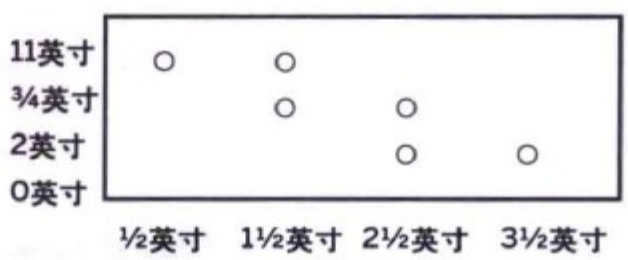
开始>>>

时间：一个下午　难度：低

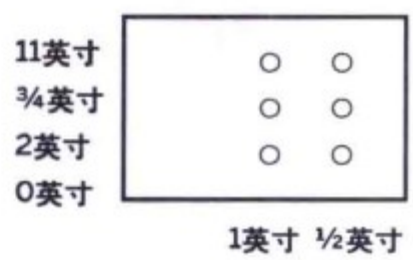
1. 组装琴颈和琴体

1a.根据右边的图表，在尾部打6个排成2列的孔，用于在琴桥下方固定琴弦。2列倾斜的孔用于安装调音钮。调音钮安装孔，直径1/4英寸，从左边开始计算尺寸。固定孔，5/32英寸，从右边计算尺寸。

调音钮孔，用1/4英寸钻头，图中尺度从琴桥左端算起。



固定孔，用5/32英寸钻头，图中尺度从琴桥右端算起。





1b.如果你想安装拾音器，请看前面**第4步**，否则现就可以用强力胶黏上雪茄盒盖子了。

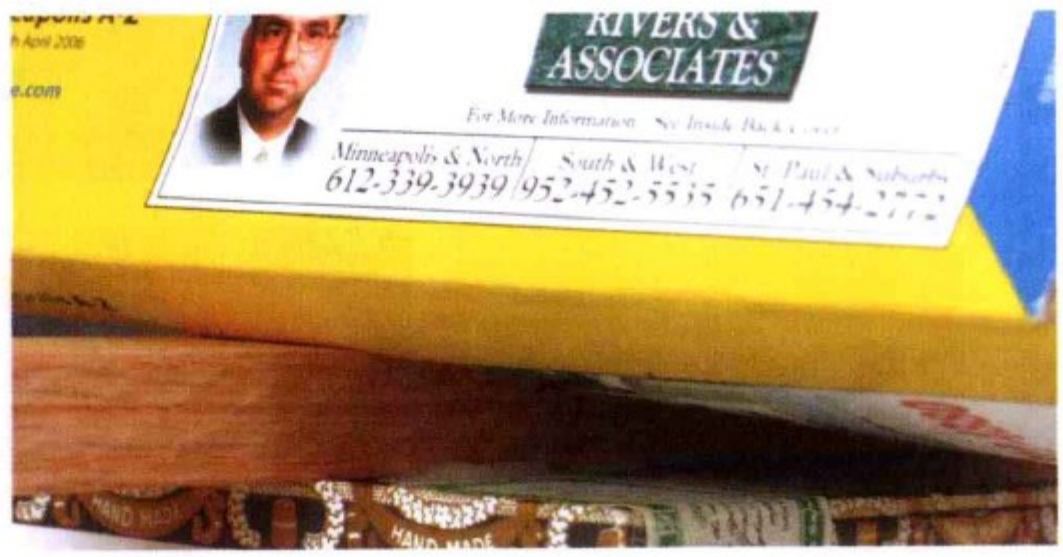


1c.在盒子上安装琴颈指板，必须保证6个孔在盒子一端露出来。指板的值置最好在盒子正中间，你自然会知道要固定它该在哪里抹胶喽!



1d.混合环氧树脂黏接剂。我建议使用1/2管，因为可能会出现一些缺口需要弥补。

1e.在雪茄盒上涂抹适量环氧树脂，把指板放在上面，用电话簿或其他重物压上。对于90秒就能黏好的环氧树脂，我等待了5分钟以确保其能很好地凝固。



1f.用笔在1/2英寸方硬木条上标出指板的宽度（1.5英寸）。这个用来做琴桥。

1g.用锯条把用做琴桥的木条切下来。

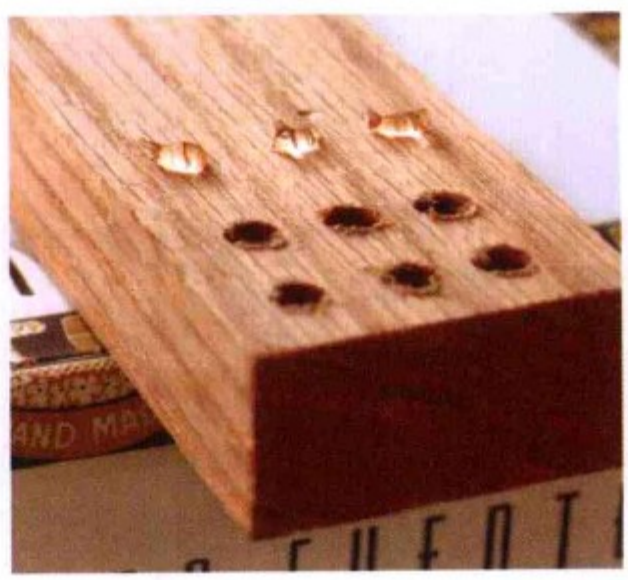


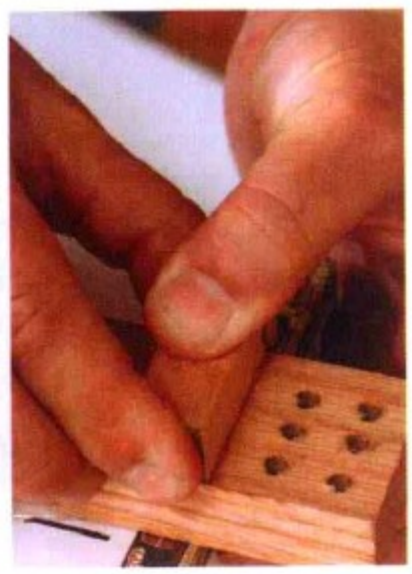


1h.在指板尾部6个孔之前1/2英寸处，滴3滴强力胶。

1i.将琴桥放在胶上并用力压足够长的时间，大约可以唱歌曲“一闪，一闪，亮晶晶”两遍。

1j.用1/4英寸方木重复步骤**1f**~**1i**，粘在指板前部向后6英寸的地方。



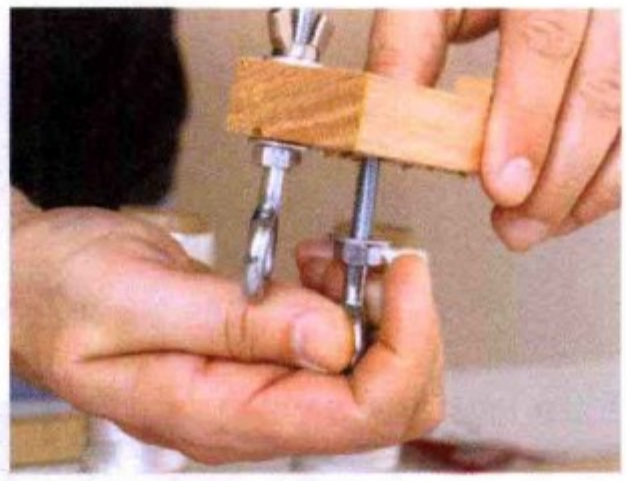


2. 安装吉他琴弦

2a.拿一个羊眼圈螺栓，拧上一个螺帽，加上垫圈，然后向上穿入调音孔。加上垫圈，用蝶形螺帽拧紧。



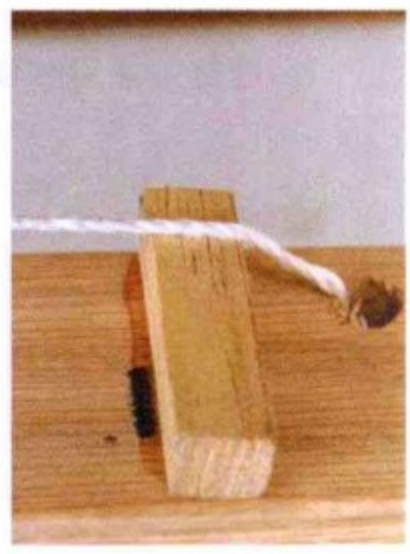
2b.将另外两个羊眼圈螺栓安装好。你还在哼哼着“一闪，一闪”？马上你就能用它伴唱《小星星》的歌曲了。稍后，你可以按你喜欢的方式调音和演奏。





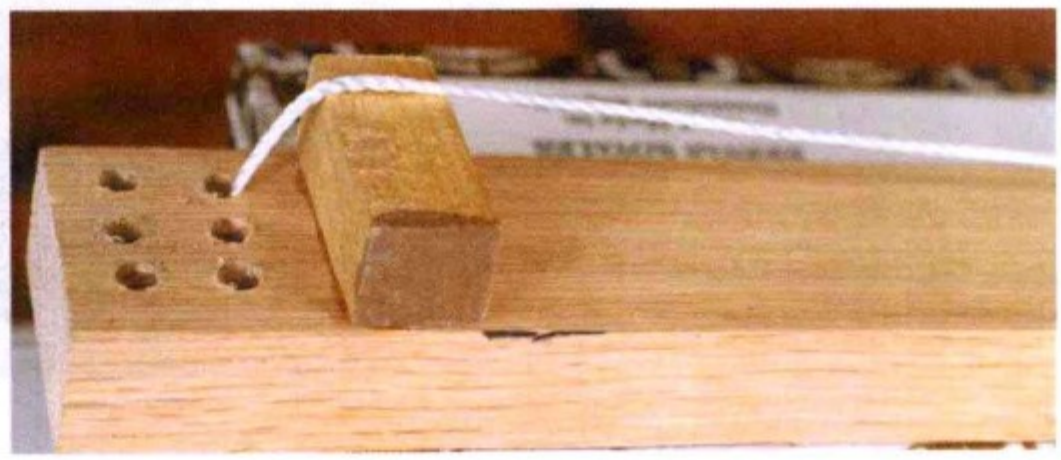
2c.剪一根5英尺长的#18梅森麻线。你不需要那么长，但是我们需要松一些把它穿起来，并最终拉紧它。把琴弦穿过调音钮的孔并将它系在指板后背的羊眼圈螺栓上。你须要确保系上的结非常结实，以至于在紧弦的时候不会松开。



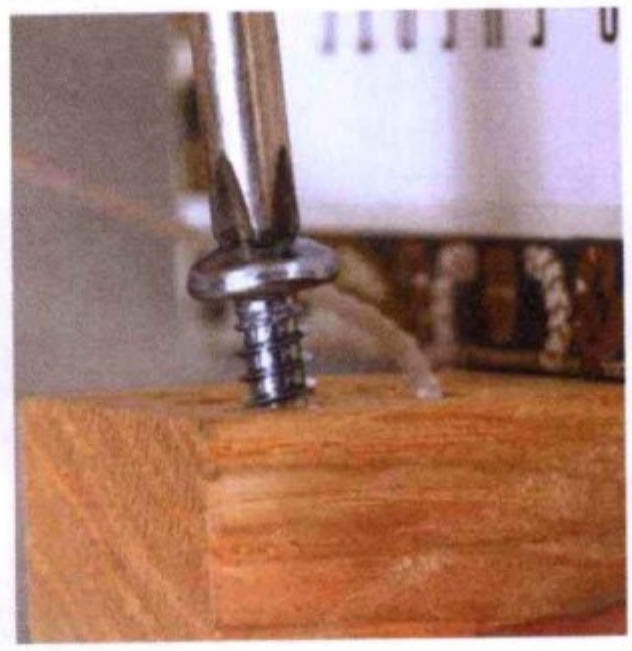


2d.顺时针旋转羊眼圈螺栓，让琴弦缠绕上去，拧紧蝶形螺帽，将琴弦穿过指板。

2e.把琴弦拉到琴桥上方，穿过对应的孔。



2f.在另一个孔上拧上螺丝钉，拧螺丝钉的时候必须露出一部分，这样做的目的是为了让你非常容易地缠好琴弦。





2g.接下来，你就可以将那些松散的琴弦缠绕在螺丝上，然后拧紧螺丝绷紧琴弦。

2h. 恭喜你！你已经安装好了低音弦。重复步骤**2c**～**2g**，用#15梅森麻线安装好中音弦和高音弦。

乐高设备

人们已经用乐高积木玩具做出了可以弹奏的乐器了。亨利·李姆的羽管键琴以及布莱德的乐高吉他已经不止一次地被描写过了，但它们仅仅都是开始。

机器钟琴演奏者：XILO是一个有点可怕的设备，它用它的乐高照相机观察演奏者并把他们的动作实时地转变为钟琴乐曲。8个从一个玩具木琴上伸出的金属管围绕着两个电机。一个负责移动一个锤子，另一个负责敲打来演奏乐曲。

机器夏威夷四弦琴演奏者：2003年，布朗大学的布莱恩特·钟和艾米莉亚·王用乐高搭建了一个四弦琴演奏机器人。最近，明德学院的学生麦克·瑞蒙和贾维斯·拉歌曼做了一个更小的，只能进行三根弦演奏的机器人。能演奏诸如“Stir It Up”和“River of Babylon”这样的乐曲。

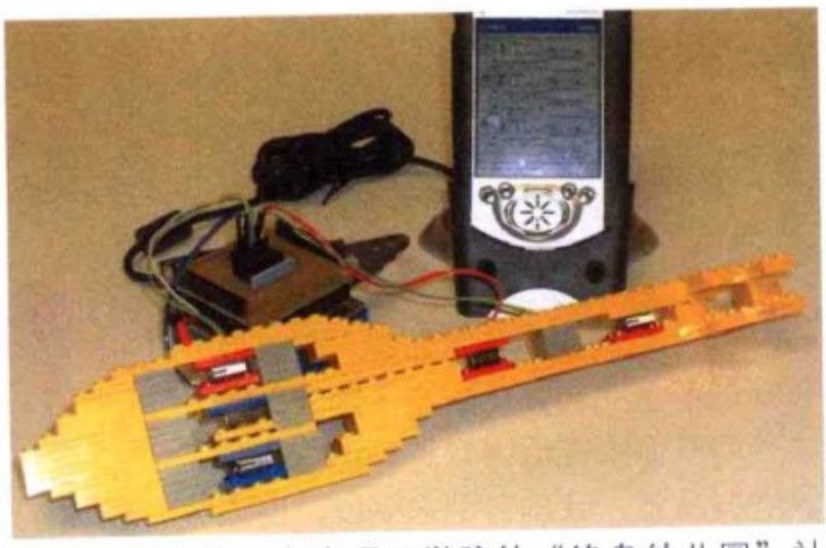
会唱歌的乐高积木：乐高“思想风暴”RCX模块（系统的大脑）有一个内置的扬声器，拉夫·亨派尔写了一个网页来解释如何用它来演奏乐曲。显而易见地，RCX没有用MIDI做接口，至少现在还没有。

所有能找到乐高乐器的网址都在：makezine.com/04/lego。

汤姆·惠特韦尔是www.musicthing.co.uk网站的创始人。这些内容是经过授权后以engadget.com网站上惠特韦尔的每周专栏里转载来的。



乐高洋琴：什么中世纪乐器能和乐高联系到一起去？山地洋琴爱好者皮特总是喜欢做明黄色的洋琴，然后用灰色的乐高积木做出锯齿状不规则的外形。

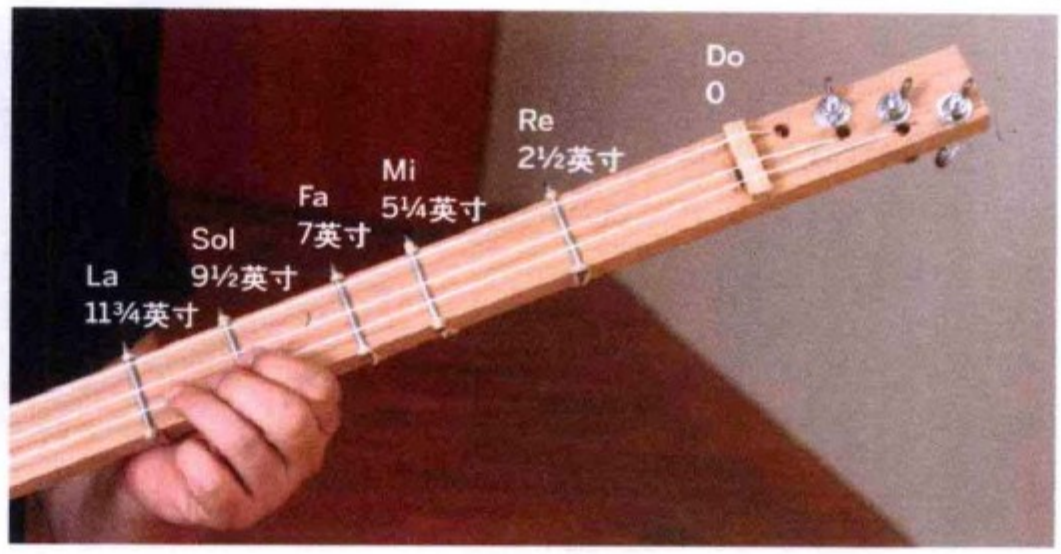


乐高MIDI吉他：麻省理工学院的“终身幼儿园”社团研制了这款用乐高搭建的系统。这款玩具的理念是孩子们可以用特殊的乐高部件搭建出自己的实验性乐器，它可以用MIDI来控制。

——汤姆·惠特韦尔

3. 安装品丝

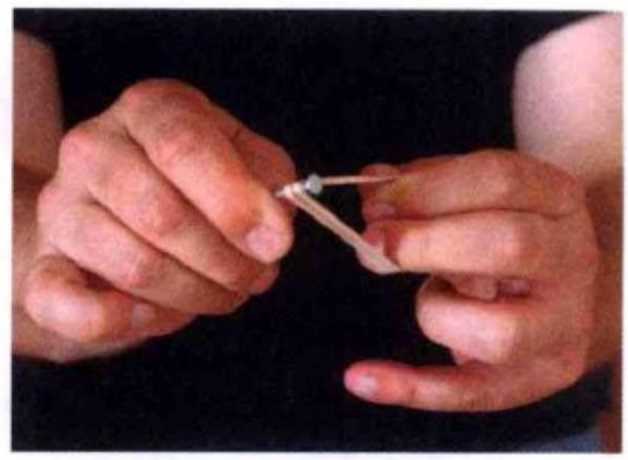
你通常可以通过弹奏主音阶来找到正确的品丝位置。这张照片显示了大概的位置，但是需要微调以得到精确的位置。在我的吉他上，弦枕下方2.5英寸的第5品丝是Re，11.75英寸是La。拨动琴弦听音调，用铅笔在发音点做记号。



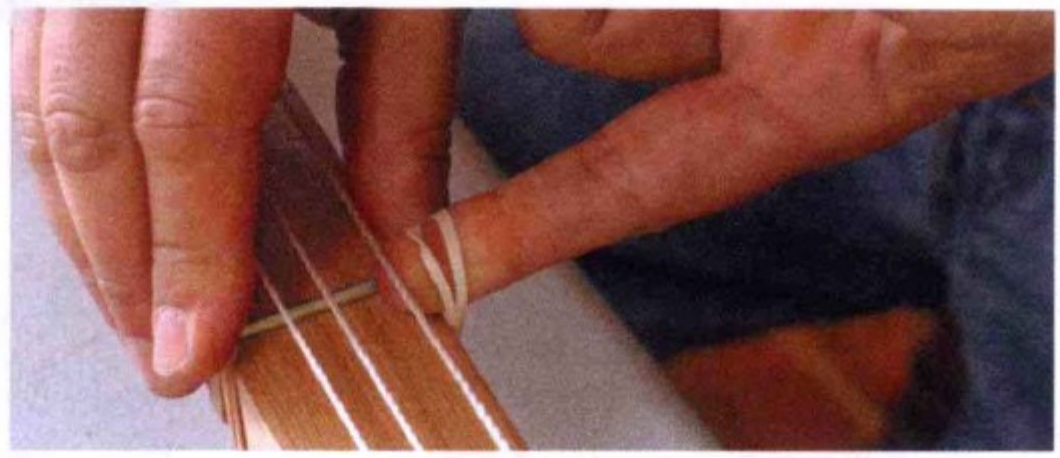
3a.安装品丝之前，首先拿一根橡皮筋并折成两圈。

3b.把橡皮筋挂在钉子的一头。

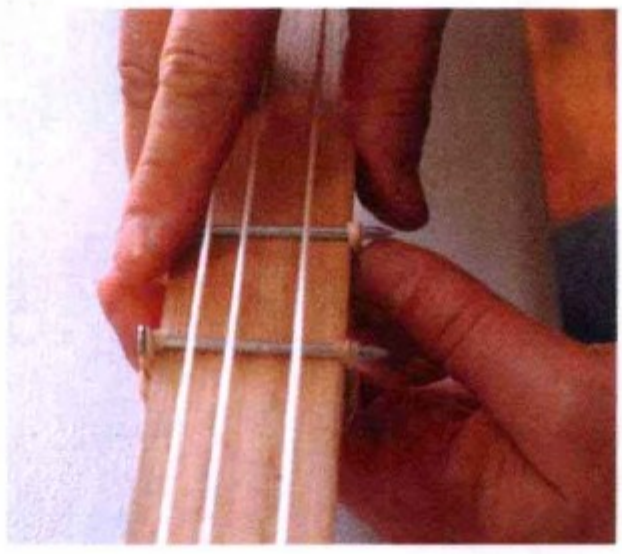




3c.把钉子放在品丝的位置上，将橡皮筋从指板下面绕过去，挂在钉子另外一端。



3d.重复步骤3a～3c，安装Re、Mi、Fa、Sol、La的品丝。把这几个音调多唱几次并记到脑子里，因为这有助于你给吉他调音。当然你也可以增加品丝。我的吉他只到La，而不是全部刻度到Do，仅仅是因为这些音调足够我们弹奏“一闪，一闪，亮晶晶”了。



4. 电子系统（可选）

你一定会喜欢电吉他的。这里是怎样安装拾音器，这样你就可以通过放大器来弹奏吉他了。如果你已经知道你要玩电吉他，在你建造吉他的其他部分之前，是很容易做这个步骤的。

4a.在盒子底部钻一个3/8英寸的孔，将1/4英寸耳机插座安上去。



4b.把压电陶瓷蜂鸣器按照片所示粘在盒子里，焊两根线到耳机插座，然后把盒子黏好。



4c.插上电源摇滚起来！如果你发现拾音放大的声音与吉他不同，可以把压电陶瓷蜂鸣器的发声孔用一小片胶带黏起来试试。

关于盒子

其他容易找到的用于乐器的木材和共鸣箱的材料

雪茄盒是非常适合将琴弦的声音辐射到周围空气中的。由末端带前面开孔的中等共鸣箱的短琴颈（好过只有琴颈），可以发出更多的声音。但这需要比本文更好的设计。当你成功地制作了1～2个标准模型，可能你会更加雄心勃勃。

如果你不喜欢雪茄盒，或者你希望探索其他的可能，那么这里有一些其他的原材料和方法供你参考：

廉价的聚苯乙烯野餐冷藏箱对音色的渲染有惊人的效果。只需要简单地将它黏接或拧紧在贝斯吉他一端或两端，就可以得到很大的音量和满意的音色。轻质的金属壶、平底锅或碗都有良好的效果。将凹的一面对着琴弦固定即可。使用铝合金的碗（特别是你用金属琴弦时），放一些水在碗底部并敲击边沿或它的这边或那边时，你会听到奇异的声音。

有几分荒唐的是，把一个充满气的气球压在琴弦的琴桥一端，会得到较大的音量和具有冲击性的音色。对于一个简单的贝斯吉他来说，在它的指板背面固定一个腊肠状的气球，代替原来又长又细的橡皮筋就行。花几分钟，找到最佳的位置。

——巴特·霍普金斯

巴特·霍普金斯运营着“实验性乐器”，这是一个专门出关于新的和不常用的乐器的书、CD和其他相关材料的组织。更多的信息，请写邮件给emi@windworld.com或浏览windworld.com。

使用



调音、弹奏乐曲

调音

任何乐器的调音都是比较棘手的，所以这里我给出两种方法：你可以通过“一闪，一闪”这首曲子用耳朵调音，或者用吉他定音器。如果这些方法你都不满意，那么去乐器行让他们弄吧。我自己从不做这个，但是这可能会让他们震惊，这也值得跑一趟了。

假如调音已经让你快疯了，那么把吉他放在一旁，过一个小时或干脆一整天。试着唱音阶或“一闪，一闪，亮晶晶”。你不是音盲吧。如果你是，那你也会分不清别人是在问你问题或是在给你建议。相信耳朵和耐心吧。

之后回到你的吉他旁边，围着它欢呼雀跃吧。你制造了它，你可以做任何你想做的。试着拧紧琴弦，看看发出什么样的声音，直到它们崩断。琴弦松到什么程度还能发出声音？

计划A：用耳朵调音

a.看照片，你在第3步中安装的品丝。弹拨低音弦，微调距离琴颈最近的钉子的位置。

b.弹拨琴弦，转动吊环螺丝，直到听到相当清楚的音调。

c.拧紧低音蝶形螺母。

d.用螺丝刀当杠杆，把它再拧紧一点点。注意音调音高的变化。

e.弹拨低音弦几次并唱“一闪，一闪，亮晶晶”的前2个音符（就是那个双音节词“一闪”）。

f.现在用螺丝刀调整中音琴弦，直到它的音调



符合“一闪，一闪，亮晶晶”第三、四个音符——第二个“一闪”。你可以和着低音和中音弦唱10到20次“一闪，一闪”。假如你确实办不到，那么继续看下面的**计划B：用吉他定音器**。

g.最后的琴弦有一点棘手，因为它要求第一个品丝（Re）设置正确。另外你还要唱不同的音。用中音弦弹出“一闪，一闪，亮晶晶”的前两个音符，然后拨动第三根弦在第一品，拧紧它直到发出第二个“一闪”。你的左手按在第三弦第一品的下方，同时你的右手在拨动琴弦和调整吊环螺丝之间来回切换，反复多次使它工作。

h.如果你感觉弄好了（甚至不好也行），随意弹拨三根琴弦，它们会发出美妙的声音。另外弹拨第三弦、在任何一个品位或者任意弹一根弦，声音也非常棒！这一点很神奇，当弹奏一根弦时，让你演奏旋律和和弦变得相当容易。这与洋琴的演奏方式相同。

计划B: 用吉他定音器

a.从乐器店买一个吉他定音器，或者借一个。

b.拧紧低音弦直到发出清晰的声音。

c.把定音器放在雪茄盒上，弹拨低音弦。 你要调出低音“A”（La）。

d.拧紧低音弦直到发出“A”（La）。

e.重复步骤b～d，直到中音弦发出“E”（Mi）。

f.重复步骤b～d，直到高音弦发出“A”（La）。它是一个高八度音。

现在琴弦已经调好了，你可以用定音器调整品丝位置：

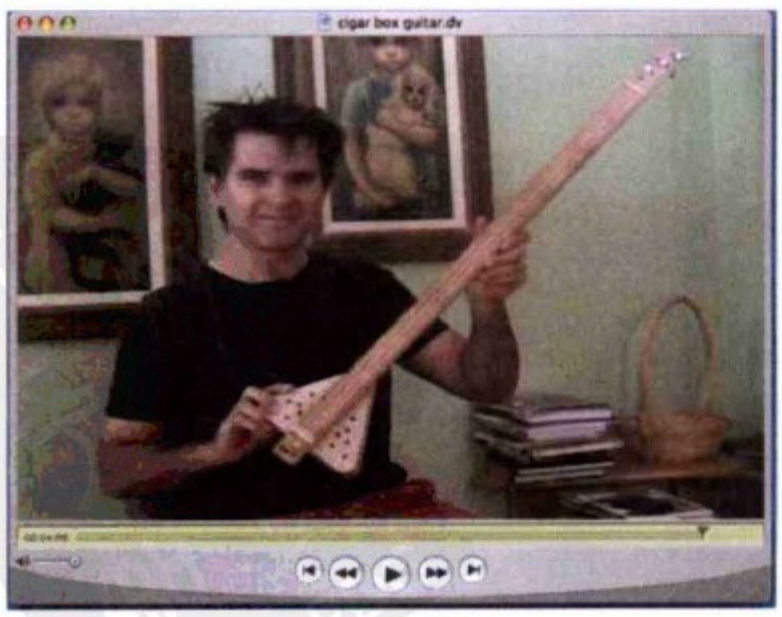
g.在第一品弹拨第三弦。

h.边弹边观察定音器，假如它显示音调低于B（Ti），向雪茄盒方向移动品丝，否则向琴颈方向移动。

i.重复步骤g～h，移动品丝发出C#、D、E和F等。

雪茄吉他

在makezine.com/04/cigarbox上看《爱上制作》英文版首席编辑马克·弗拉德里克演示他的雪茄盒吉他。



演奏乐曲

你猜猜是哪一支曲子？我打赌你一定能猜出来！对，它是“一闪，一闪，亮晶晶”。你可以在你吉他的弦上完全演奏出来。你所要做的仅仅是按照下面的音符演奏：

Do	**Do**	**Sol**	**Sol**	**La**	**La**	**Sol**
一	闪	一	闪	亮	晶	晶
Fa	**Fa**	**Mi**	**Mi**	**Re**	**Re**	**Do**
满	天	都	是	小	星	星
La	**La**	**Fa**	**Fa**	**Mi**	**Mi**	**Re**
挂	在	天	空	放	光	明
La	**La**	**Fa**	**Fa**	**Mi**	**Mi**	**Re**
好	像	许	多	小	眼	睛

(……)

假如你有足够的时间，记住Do、Re、Mi等在哪里，然后用铅笔在指板上标出来。它是你的吉他，随你怎么做！要得到每个音符更多的和声，你可以上下任意弹全部三根琴弦两次。

带它上路

最近所有的雪茄盒吉他音乐节，在得克萨斯州卡罗尔顿市、肯塔基州阿拉巴马州和宾夕法尼亚州雷德莱昂地区举行，更多的计划安排在2006年。请在雅虎！上检索“雪茄盒吉他cigarboxguitar”群的细节和更新。

资源

CBG网站：cigarboxguitars.com。
geocities.com/cigarboxguitar。

CBG Yahoo! Group: groups.yahoo.com/groups/cigarboxguitars。

CGB制作手册：cigarboxguitars.com。

巴特·霍普金，《乐器设计》。

丹尼斯·韦林，《厚纸板通俗乐器的制作和演奏》。

本书作者埃德·沃格尔演奏《小星星》的声音片段可在以下网址收听：
www.geocities.com/ed_vogel/cbg1.WMA

饼干盒音箱

艾迪·沃格尔 “明亮瞎子皮特”



小包装盒内的大声音

在前面我介绍了我的雪茄盒吉他。在那把吉他上我加了拾音器以便日后可以用来连接音箱。

后来我收到世界各地的读者根据我的指导做出的雪茄盒吉他。一位原籍欧洲，名叫“明亮瞎子皮特”（Blind Lightin’ Pete）的朋友来信与我进行了很多讨论。他做了很多漂亮的雪茄盒吉他，还把其中一把命名为“深蓝德州响尾蛇特别版”。后来他更进一步，利用饼干盒做了一个音箱。这个漂亮的小玩意儿只花了他5美元（不同地方购买配件的价格可能有所不同）。皮特很友好地同意我在他的基础上对音箱做出改进，并且呈现给大家。

我的音箱和皮特的有一点点不同，主要是我希望所有的配件和工具能从RadioShack器材公司买到，这样会比较方便，并且我的整个音箱制作工程只需花费1小时。

准备：第189页　制作：第190页　使用：第193页

艾迪·沃格尔住在明尼阿波利斯市，相信“没问题可能就是下一个大问题”。
“明亮瞎子皮特”是一个住在密西西比州的瘦子男孩，“明亮瞎子皮特”是他的网名，他的真名叫霍林（Howlin）。

摄影：山姆·莫菲

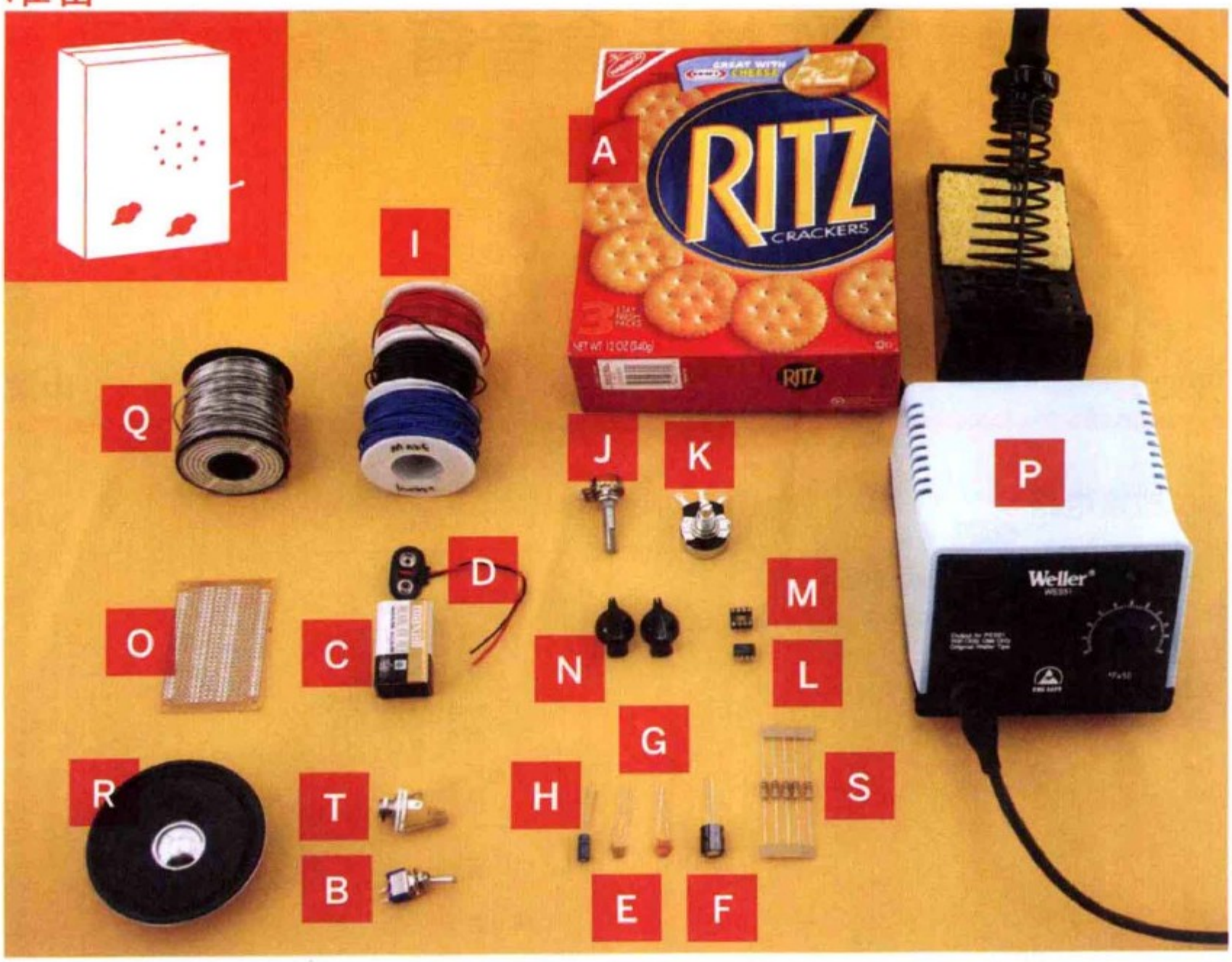
这个盒子真棒！

这个声音透彻响亮，使用电池供电的音箱内核是国家半导体公司LM386系列的低压集成电路音频放大器。电路中的这两个电位器分别控制信号增益和音量。要想获得清晰的声音，先关闭信号增益旋钮并将音量旋钮调至最大，然后逐步增大增益旋钮。要想获得失真效果的声音，可以先将音量声音关到最小，增益开到最大，然后逐渐增加音量。通过这两个旋钮，你可以尝试制造出很多不同的声音。怎么样，很不错吧？



绘图：蒂米·库辛达

准备



准备材料

[A]饼干盒

[B]扳钮开关、单刀单掷开关

[C]9V电池

[D]电池连接片

[E]0.047 μF电容

[F]220 μF电容（最大容量）

[G]0.01 μF电容

[H]100 μF电容

[I]20或22标准实心安装线

[J]5kΩ电位器

[K]25Ω变阻器

[L]LM386音频放大器

[M]8引脚集成直插插座

[N]旋钮座（2个）

[O]标准印制电路板

[P]电烙铁

[Q]焊锡

[R]8Ω（阻抗）扬声器

[S]10Ω电阻

[T]XXX单孔耳机插口

[其他可选]扬声器网罩（可选）、喷胶枪



制作



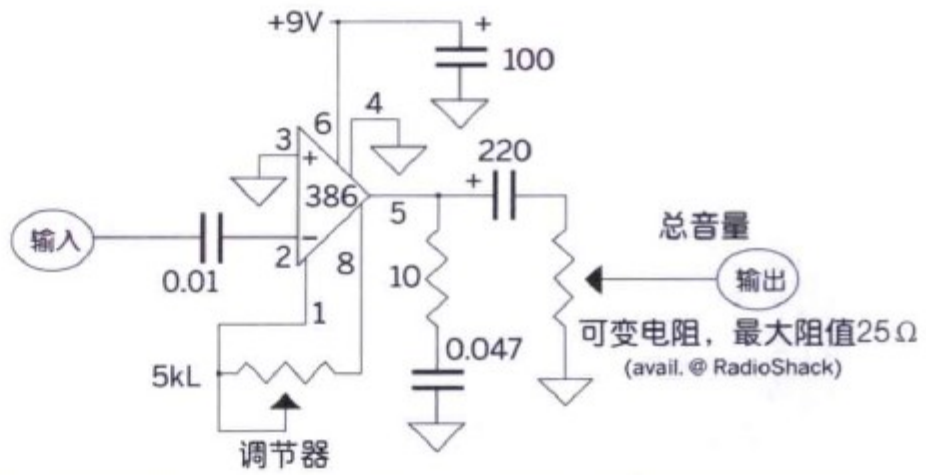
制作饼干盒音箱

开始>>

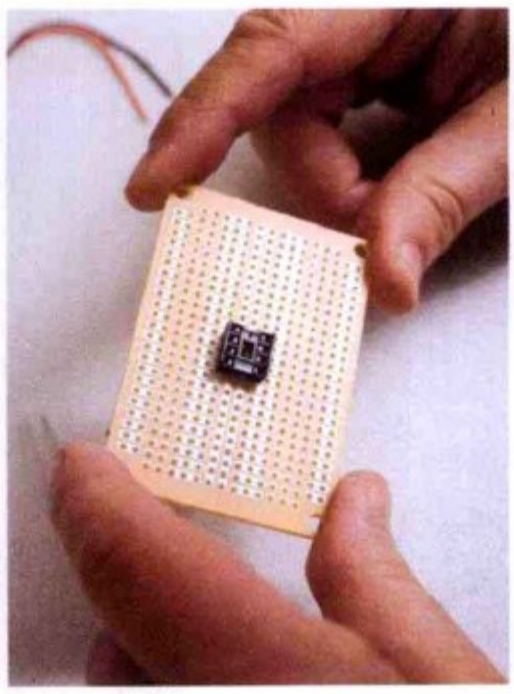
时间：一个下午　难度：中等

1. 连接电路

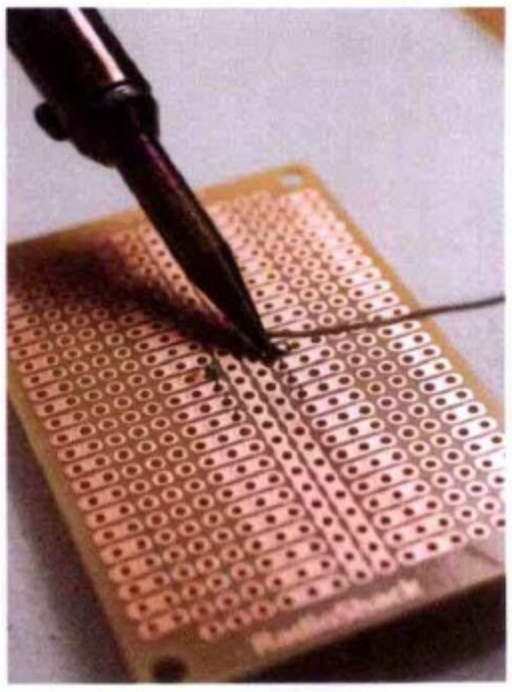
1a.拷贝上面的电路示意图，或在makezine.com/09/crackerboxamp下载打印PDF格式示意图。



1b.在电路板上安装8脚插座。

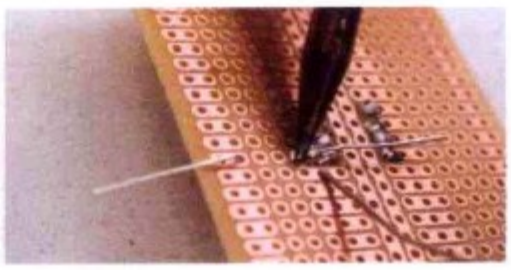


1c.用电烙铁将插座焊连上。



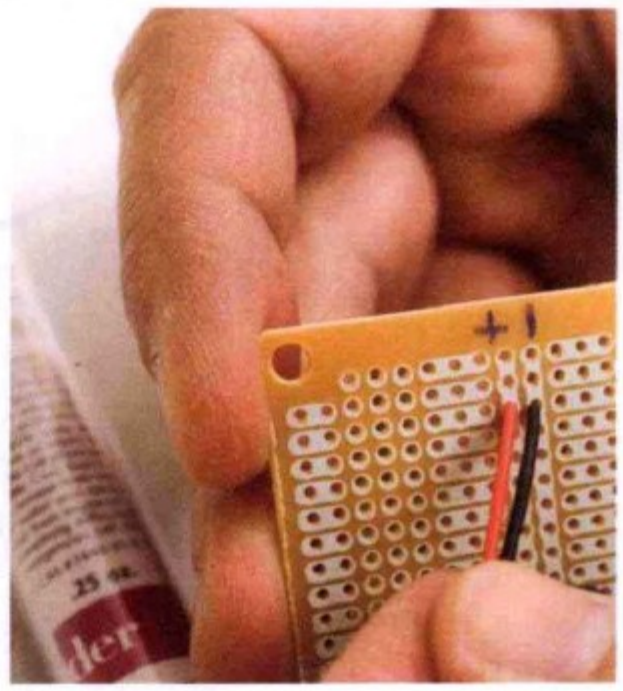
1d.连接音频放大器，我喜欢把芯片插在电路板上，这样可以设置任意位置为1号引脚，这也是我使用在电路板上的连接线来连接配件的原因。

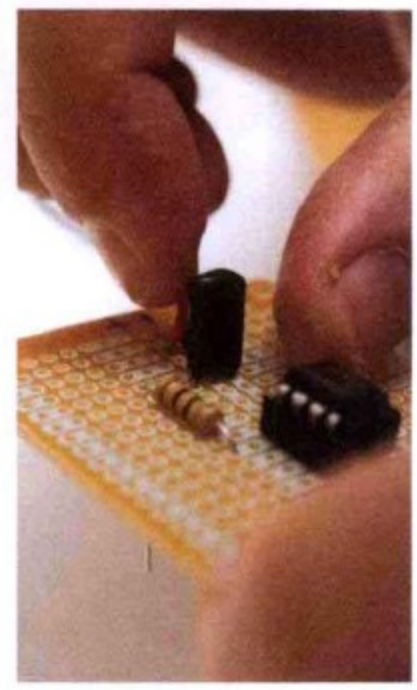
1e.将0.01μF电容的一个引脚与2号引脚连接，另一脚折开作为“焊接脚”焊住。



摄影：艾迪·沃格尔

1f.安装9V电池，标明正负号区别红黑线。

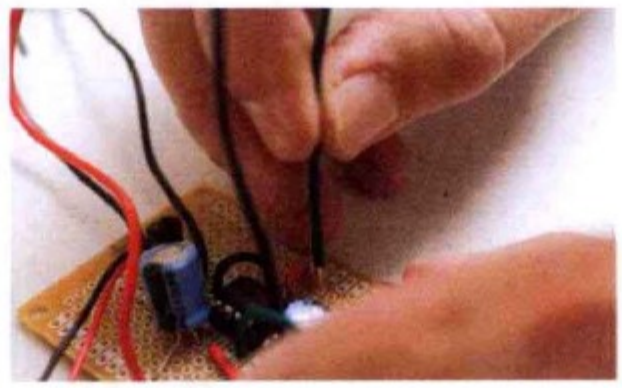




1g.安装10Ω电阻和0.047μF电容，利用“焊接脚”作为连接点。

- 将5号引脚与10Ω的电阻引脚连接。
- 10Ω电阻的另外一个引脚与0.047μF电容的引脚连接。
- 0.047μF电容的另一引脚接地。

我们所说的接地线，在上方图示的电路图中以向下的三角箭头表示，在这里就是标有负号的“焊接脚”。



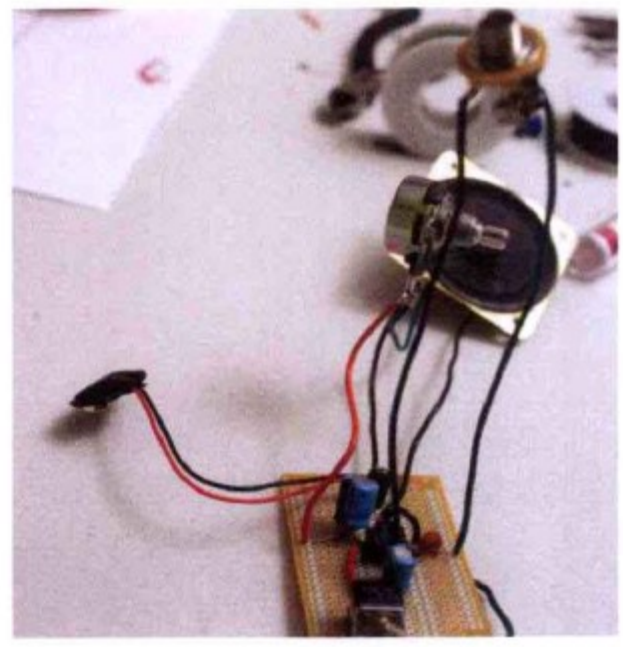
✻小技巧：

每一步安装或者连线完成后都要与电路安装示意图对照一下是否有误。

1h.使用同样的方法安装电池连接片。

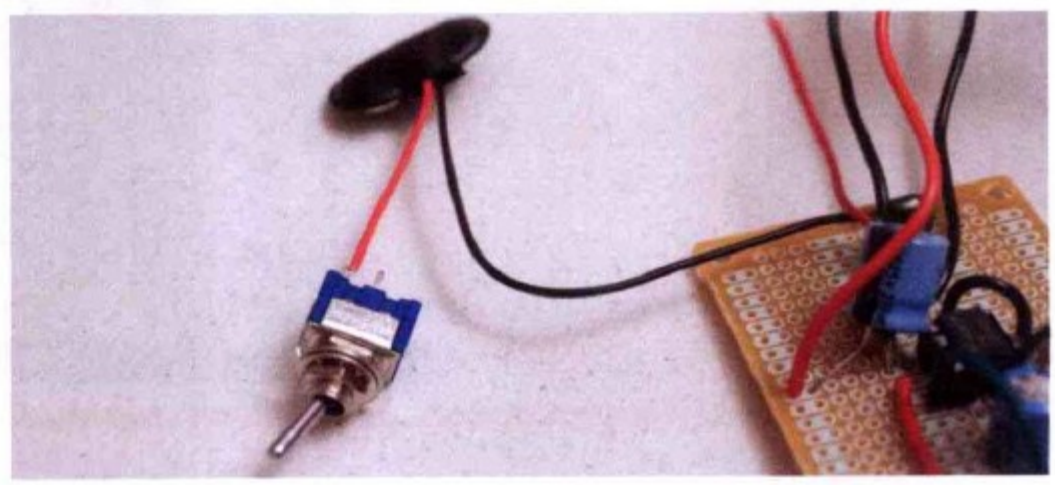
1i.将耳机和安装线焊合，绿线做信号线，黑线做接地线。





1j.将耳机连入电路，最终连上的效果应该与图示一致。

1k.将连接正极的红线切断，与开关连接。



PDG

2. 完成外包装

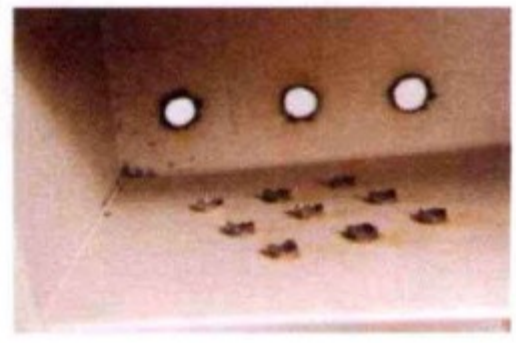
2a.在盒子上开洞，大小要足够能放入电位器、变阻器和耳机孔。





小技巧：不必专门动用钻孔机或者“X-Acto”美工刀，用电烙铁就可以。

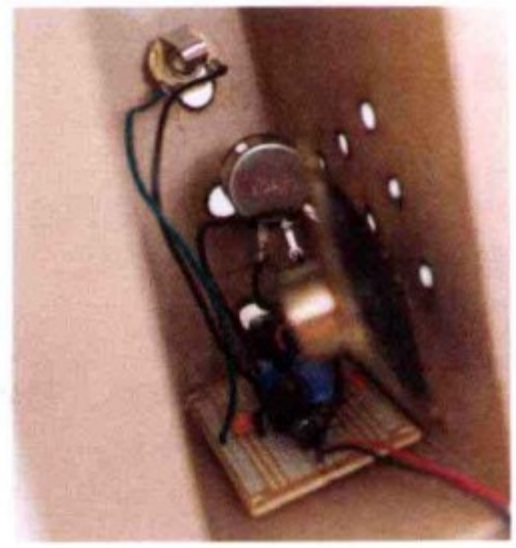
2b.为扬声器打洞，这些洞将作为扬声器的网罩，使声音能从孔中穿出，可以用电烙铁烫出这些孔。



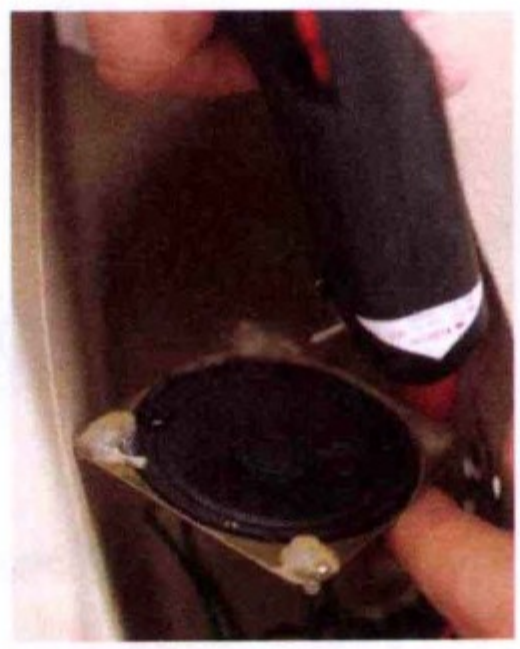
2c.为扳钮开关和旋钮打孔。



2d.将电路放入盒内。



2e.安装扬声器。尽量使用多一点的热熔胶，让扬声器能够固定住。





2f.安装扳钮开关。

2g.安装旋钮。



注意：坊间传说旋钮能够有效地增强扬声器的效果，当然这一点还没有被官方证明过。

完成

现在就去试试它吧！

使用



饼干盒音箱原型



皮特的饼干盒音箱。

来自“明亮瞎子皮特”的话

这个饼干盒音箱花了我5美元，使用了美国半导体公司LM386系列的低压集成电路放大器。电路的设计充分发挥了这个“野兽级”放大器的功力并增加了约1/4的功率。想象一下，吉米·亨德里克斯（Jimi Hendrix）在蒙特利尔玩的也就是这效果了。

集成电路为这些年来低压晶体管前级放大器的成功奠定了基础，这其中包括著名的Smokey音箱，你还能通过runoffgroove.com找到更多的例子。

集成芯片LM386只要不到1美元就可以买到，它是典型的无线电标准件。在我们最常去的机器人爱好者网站Solarbitics上，这个小鼠标卖75欧元一个！

其他的还有一些电容、电阻，一个LED灯，0.25cm耳机插口和一个2美元的放大器，全部都是打包从一个卖家处买的，然后随便找了个空盒子全部装上，就成了！

电位器用来控制增益，从加利福尼亚拥有古老声音的Fender音箱，到嘈杂的Boggie，再到吉米·亨德里克斯的音箱，都是这样。电池的使用可以随意组合，我通常使用9V电池，但是12V的电池（8AA）可能会获得更清晰的声音。我曾经尝试用这样的配置来控制4英寸×12英寸的Marshall音箱，效果相当地好。那声音可能不及摇滚乐的鼓点声响亮，但也足以逼得我的妻子大叫：“关小点！”如果是家庭使用，这样的配置应该是够了，可能还会吵到隔壁邻居。总之，对我们这样的公寓住户来说肯定是足够了。

如果你还对芯片LM386感兴趣的话，可以访问国家半导体公司的网站（national.com），那里可以找到相关的数据。如果你还注册，网站还会免费送你几个样品！

说到LM386N-4系列，它们可以支撑18V的电压。尽管现在的LM386已经很不错了，但很多爱好者经过试验证明，更高的电压可以获得更清晰的声音，所以LM384N-4也许也是个不错的选择。



其他使用AMP386放大器的项目：

家用蝙蝠探测器：betrik.sikken.nl/bat/my_div.htm

迷你电路测试音箱：makezine.com/go/minibench

自制耳机：radiowrench.com/sonic/so02144.html

访问makezine.com/09/crackeramp可以看到“明亮瞎子皮特”用他的饼干盒音箱玩雪茄盒吉他的精彩视频。

摄影：“明亮瞎子皮特”

DIY

家居用品



这个本地无线音频网中心通过“FM”（调频）来广播音乐。

自制数字音乐广播

在家里放音乐，好的老调频收音机会比基于无线网的还要好。

威廉·格斯特尔

我订阅了Real Network的基于网络的音乐服务Rhapsody，这样我能通过计算机听到多种多样的音乐。通过像Rrapsody这样的数字音乐服务，我们可以通过点击鼠标在数以百万计的歌曲中选择想要的歌曲。Rrapsody每个月只要交10美元就可以无限量使用，很完美。问题在于我听音乐的时候并不是总在计算机前，我还想在起居室听呢，或者在车道里修车的时候，又或者在地下室、厨房等。我们需要远离通常很一般的计算机声音系统才能充分享受定制高级音响的乐趣。

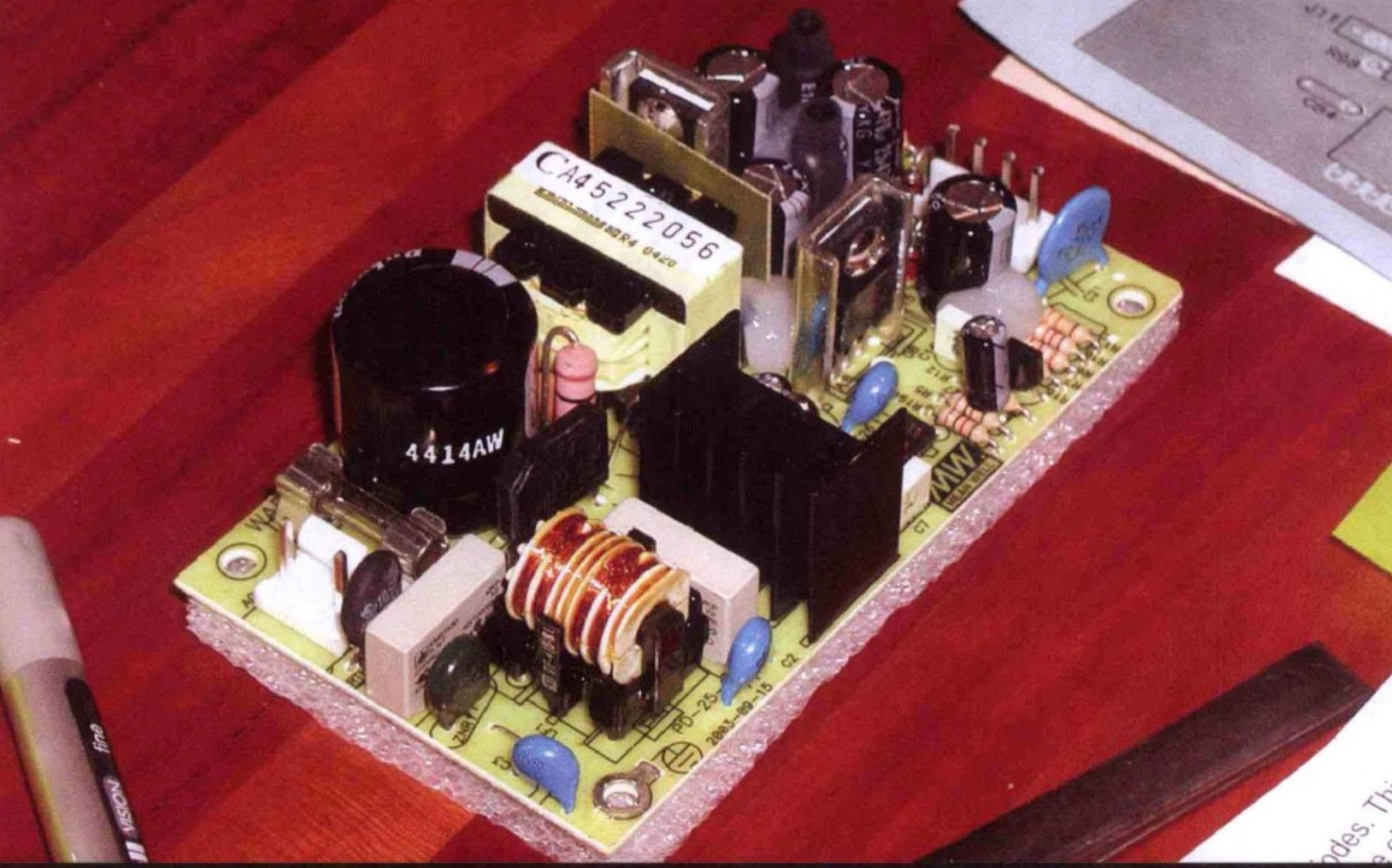
Rhapsody推荐一种多房间可用的数字音乐系统叫Sonos（scnos.com）。但是这个得花几千美元。像Sonos这样的产品是通过有线网或者无线网来传播音乐的。用它的话如果要在室外听就有问题了，因为即使我把无线网设好了，我还是得在听音乐的地方准备一个电源接口和一个数字接收设备。而且用无线网的话，仅便携式耳机就肯定没戏了。

合法的调频发射机

更有效而灵活的方法是用一个小的无线调频发射机。用iPod的人在车载系统里放音乐常用这一招，不过要屋子前前后后都能听到就得有点功率才行。

一个合法的调频发射机几乎是最完美的解

摄影：威廉·格斯特尔



Ramsey FM100B超级调频无线电基站套件里的完整电源系统。

决方案。不贵，而且用的播放器是最常见的调频收音机。

我用过几个这样的发射机，开始是C.Crane的调频发射机（价格70美元，hobbytron.com或者amazon.com有卖）。Crane是即插即用的，就是个头和功率都有点小，有效范围只有几英尺。为了增加有效范围，我把发射极底面的FCC标签剥了下来，然后用螺丝刀调了调标签底下隐藏的电位器。但是即使调到最大，Crane的有效距离还是很有限，大概能传到几个房间远。

我还测试过更大的RamseyFM100B（250美元，hobbytron.com上能买到），它的功率为1/4W，最大的FCC能支持非授权的调频发射器。

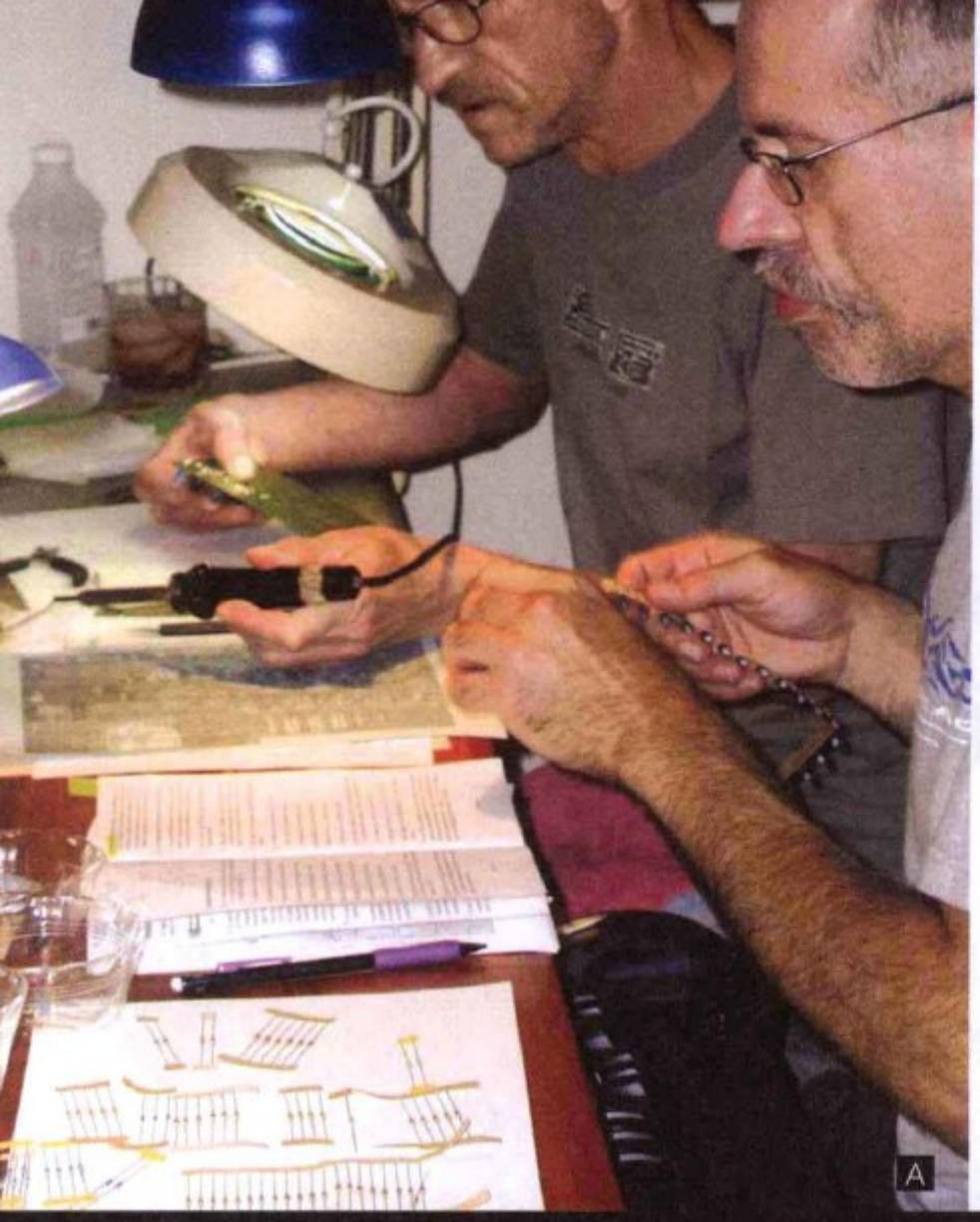
一些需要的组件

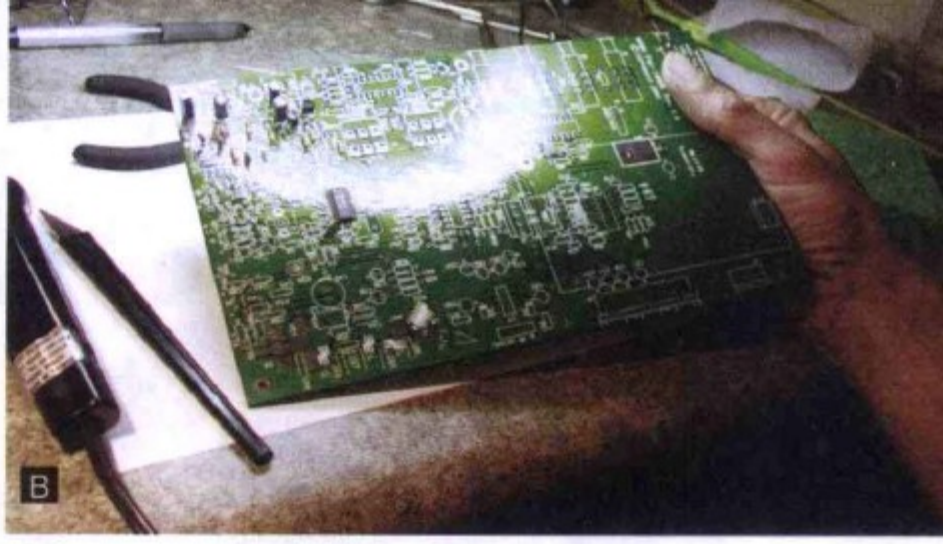
FM100B买来的时候是一个没有组装的超过800焊点的套件。根据指南页，即使是一个有经验的人也得花上10个小时才能组装完毕，而新手得花24小时。看了看有这么多的部件和焊点，我觉得这个时间还是个比较乐观的估计。

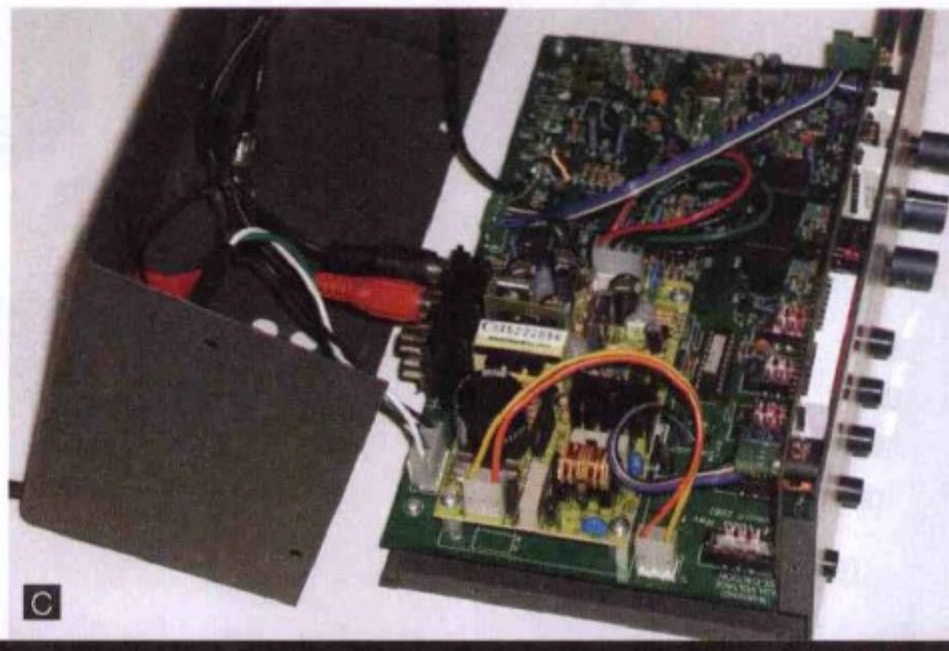
不幸的是我拿到的套件里音量控制和保险丝座是坏的，因此我又花了一些时间来诊断错误，好在厂家比较负责，很快给我更换了这两个坏件。

我叫了两个朋友阿尔和里克来帮忙，他们两个以前也装过Ramsey的调频发射机。我这个套件很复杂，他们意识到必须组建一个流水线来提高工作效率。他们准备了一个工作区，提供了足够强的光照和足够大的工作面，接着就开始认真系统地来鉴别各种元件（电阻、电容、开关、集成电路等），把它们焊到电路上，并从元件列表里划掉并测试通断。

套件的指南里把组装过程按系统划分成几个独立的部分，包括显示板、混频器、滤波器和发射器。每个部分都有详细的文档说明应该完成的工作，组装者只要有一定的焊接技能，装下来就应该没有问题。另外，手册还讲述了一些子系统功能划分的有关技术背景知识，大家从这次组装中还能学到一点东西：learning







图A：我的朋友阿尔和里克以前都装过调频发射机，他们组建了一条高效的流水线。里克负责找出元件，而Al负责焊接。

图B：刚开始焊接的时候FM100B的主电路板。

图C：组装完成了的发射机，可以使用了。

experience。

几个小时之后，安装完成，调试结束。该到实际试试的时候了。这个FM100B有好几个输入口，我用计算机通过mini到莲花头的转接线（RadioShack有卖，8美元）连到发射机的立体声莲花头接口上。

下一步是用发射机前面板的数字频率选择器来选一个广播频率。我住在大城市里，调频的频段拥挤不堪，但是却发现调频的低频部分几乎没有人用。于是我就设了这样一个频率，打开计算机的Rhapsody软件，排上一些歌曲开始广播。接着我打开了家中的调频收音机，并调到这个频率。有几个收音机的声音很清澈，和其他的调频电台一样。而有的收音机开始不行，调节了FM100B的天线摆放后，干扰和走音大大减少甚至消失。

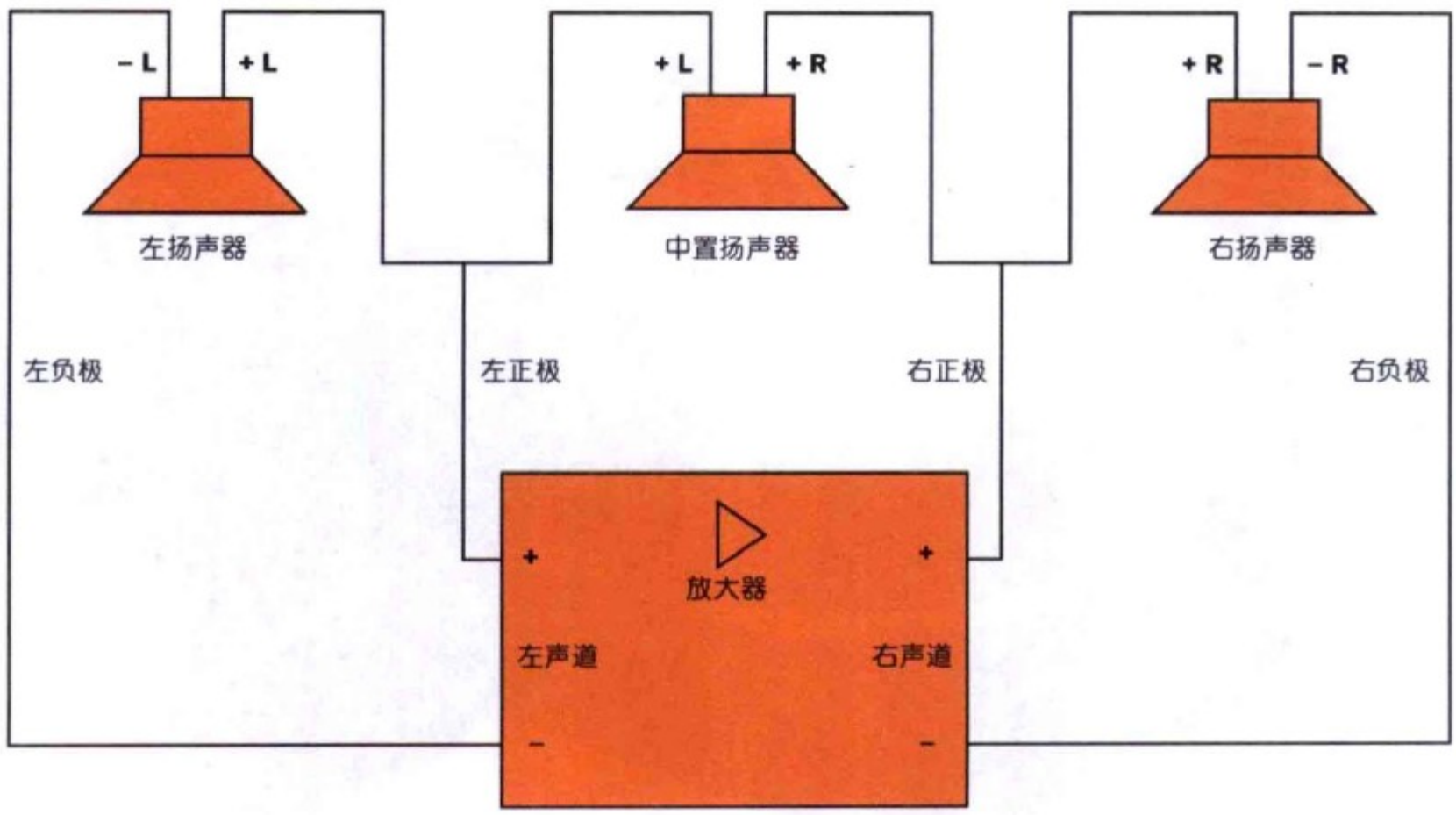
天线的摆放肯定是有讲究的，放在墙壁、窗户、金属和混凝土旁对收音机收听的结果有很大影响。

FM100B还有一个话筒输入和一个调音器，我们还可以玩一点复杂的花样。组装调试FM100B可以用到很多东西，结果也令人满意，屋内屋外都没有问题。

不要因此而过于激动

家用调频发射机功率比较低是因为联邦通信委员会对此有严格的法律规定，家用设备不得干扰合法的广播信号，特别是那些有许可证的发射电台。一个不需特别许可的发射机的最大功率是0.25W。这个当然干不了太多的活，并对无线电频谱没有什么干扰。你拿这个和110000W的大调频发射站比如洛杉矶的KPTK或者旧金山的KQED比比看？

威廉·格斯特尔的新书《技术揭秘：弹射器、喷气式飞机、轨道炮、火焰喷射器、特斯拉线圈、空气炮和喜欢他们的车库战士》，2006年1月出版。



衍生出的第三代频道环绕声线路原理图，迈克尔·麦克唐纳，2005年1月，mmcdonald.gov。

在两分钟之内将立体声换到前端和中心通道。

速成环绕声

推导出中心通道的简单接线技巧。

迈克尔·麦克唐纳

回想20世纪70年代，我的工作是剧院的影片放映员。那时，我学会了这个极为简单的技巧，通过对中心通道电缆的连接来增强左右声道。

为了达到这个目的，首先，你像平时一样将左扬声器和右扬声器连接到扩音器上，红色导线与红色导线相连，黑色导线与黑色导线相连。然后将一个扬声器的一极连接到扩音器右端的红色输出口上，另一极连接到其左端的红色输出口上，这样就有了一台中间扬声器。

这样就或多或少地获取了左扬声器和右扬声器共享的信号，并将其置于中间扬声器。这样的话，左扬声器和右扬声器就会产生有区别的左声道和右声道。无须多言，中心通道扬声器一定能够再现出全音域的声音。再往这个四扬声器组合里加第5个和第6个扬声器，就能得到真正的环绕声了。其分离效果是十分显著的，即便对于低价的立体声系统也是这样（不要告诉杜比和卢卡斯公司的人）。一个好的六扬声器排列，是将两个有四声道的高质量扬声器分别用于前、后声道，另外4个质量稍差一些的扬声器放在4个角落里。

纯粹的音响发烧友可能会认为，增加扬声器会降低总阻抗，并导致扩音器与扬声器间的失衡。但我已经在汽车里和家里用这种技巧几十年了，效果一直非常出色。

绘图：迈克尔·麦克唐纳

迈克尔·麦克唐纳是一位技术高超的极客，他现为美国华盛顿政府效力，职业是信息技术专家。



口袋功放

推动耳机的便携功率放大器。

沃伦·杨

耳机功放能够在方便携带的情况下提供优质的听音效果。音乐发烧友可能为此要花费超过200美元，或许你可以按照ChuMoy的热门方案，花费30美元用一个袖珍的薄铁盒来制作一个高保真的耳机功放。它由9V积层电池供电，这个功放能够驱动高阻抗耳机发出令人震撼的声音。

如果你想做这么一个，那需要准备一个功率运算放大器（比如TIBurr-Brown公司出品的OPA132），一些电容器、电阻和LED指示灯，还有一小块万能电路试验板，还可以选配音量调节钮、开关等功能器件，所有这些都很容易找得到。并且，当然啦，你还需要准备一个口袋大小的盒子，就像是Penguin或者Altoids牌薄荷糖的盒子。在文章的最后能够看到罗列出的全部零件表以及图表和许多详细的说明与介绍。

准备一块试验电路板

从准备一小块试验电路板开始，例如型号是#276-150的电路试验板——至少包含12排插线孔并且大小能放进薄铁盒里。大块的试验板可以用壁纸刀裁切。然后按照图A的方式焊接9条跳线。

沿着边缘走向的跳线我称之为“M形跳线”。它把3个双孔填充为一个单元。你可以用1段1英寸长的硬电线来作连

当用上这款耳机放大器后，你的MP3音乐听上去会非常地有味。

摄影：沃伦·杨

接。从一半对折合拢起来，用钳子把线拢紧，两头弄弯成M形，穿过孔洞，可能还需要把中间多余的部分也穿过孔洞。有些人做成“S形跳线”的方式，但我说的这种方式裸露的部分最少。

制作供电设备

先焊接电容，用它们（的引脚）充当连接其他电路的导线。确保你把引脚插进了正确的焊孔——刚才我们安装的M形跳线就是用作电流的通路，这么做并不怪异。注意所有的电解电容都是有极性的，所以你装配的时候要确保极性正确。如果一个引脚比另一个短，短的这个脚是负极，并且电容器绝缘皮上会有条纹或标志来表示负极。

现在准备焊接LED灯和电阻。与电容相似的情况是，LED灯的短脚也是负极，应该接到电源的负极，电阻是串联在LED电路中起到限流作用的。你把LED灯固定在薄铁盒上，把电阻焊接在靠近电路板的地方，并且用热缩管密封焊接的部位。这样一来，你反复开关盒子也不会引起短路（见图A）。

电路板的下面，在每边的第3排焊孔上焊2条2英寸长的连接线，如图A所示标记上V+和V－，电线的另一端先松散地放置好，但是要确保接通电源的时候不会短路。

现在，想一个临时的办法把电源接通到电路板上，例如，你可以把积层电池的正负极电池夹焊在电路板上，标记为“+”、“－”。这么做只是在装盒之前的权宜之计。

为了测试电源部分，把万用表拨到直流电压挡，把电池接到电路板上，从信号地分别测量两条标记着V+和V－的电线的电压。如果是一节新的9V积层电池的话，在每个电容器的两端你应该能分别看到大概+4.5V和－4.5V的读数，并且它们的绝对值大小应该是几乎相同的。如果绝对值差大于1/10V，就应该检查一下配线和搭焊连接处的焊锡是不是有漏滴、焊点是不是有虚接。检修这些问题的时候记得要先拔下电源。

添加功放

焊接集成电路IC插座到电路板上时，应该让它离电源端远一些，要在电源线和IC插座之间留出一排或两排焊孔的距离，如果电源退耦电容特别大的话就要留出两排。把功率运算放大器IC插到插座上，依照运放参数表中典型的引脚接线图焊接好周围的电器元件。

接下来，焊好所有的电阻（见图C）。注意我用跳线代替了R5电阻。我几乎从不焊接这类的电阻。它们是在使用低阻抗耳机时抑制可能会发生的些许啸叫用的。如果你在音量全开并且未接音源的情况下能听到啸叫声，你可以试着在R5的位置添加两个47～100Ω的电阻。但是除非必须就不要这么做，因为它会增加功放的输出阻抗，降低（功放）控制耳机（的能力）。

至于剩下的电阻，我把它们配对后才使用：左声道使用的每一个电阻阻值，我都用电阻表测量出，然后把阻值尽可能地接近或相同的阻值的电阻使用在右声道上。我从未科学地研究过这么做是否真的有益。但是这么做并不费劲，所以为什么不呢？如果最终产品的声音有缺陷的话，没做这件事就是归咎的对象。

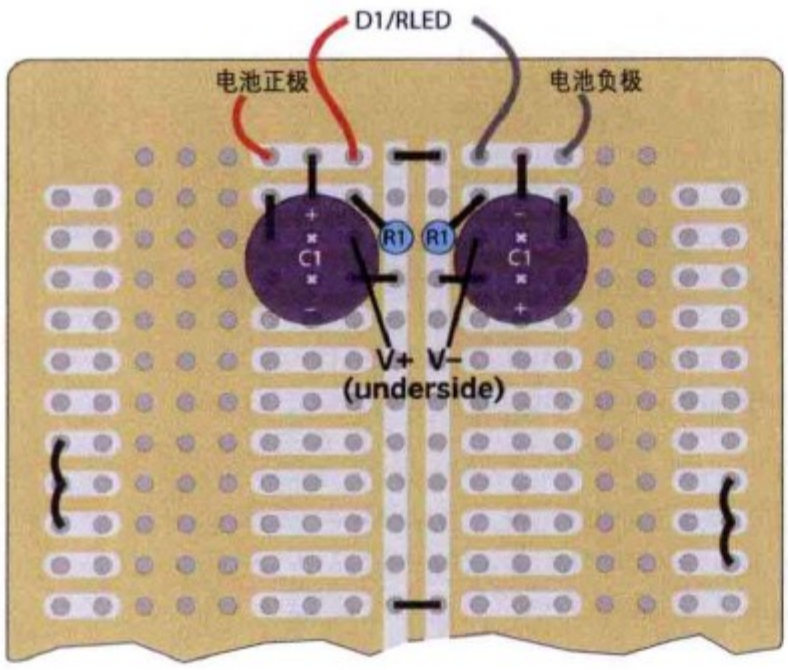
现在加上输入电容C2，这个用的不是电源退耦用的电解电容，它是无极性的，所以你可以随意焊接。轴向封装的电容可以很容易地布置在紧凑的空间，但是大部分电容还是被制作成适合于弯曲侧向使用外形。

接下来，把运放的第4脚和第8脚（集成芯片的V+和V－引脚）用电线连接到电源的V+和V－端。我推荐你在电路板的背面这么连接，否则你一会儿就会在电路板的正面布置过多的电线。你在背面连的线越多，电路板的正面就越简洁，这样便于日后的维护和修正。

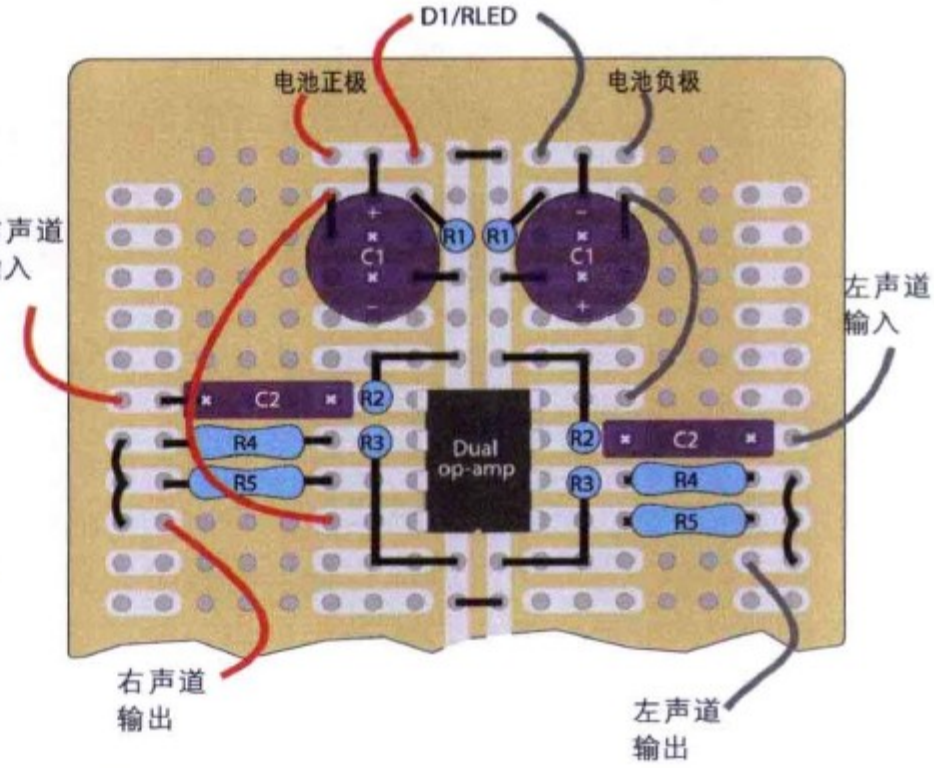
最后，在左右声道输出位置添加测试端，同样地也在左右声道输入端添加测试端（见图B）。如果用鳄鱼夹难以直接连接输入电容时，就直接焊接导线。我用的是1/2英寸长的硬线，通常都是从电阻或电容的引脚上剪下来的，弯成倒U形。这些都是临时的，只是在下一步骤时做信号测试用。

绘图：沃伦·埃

迷你便携功放接线图

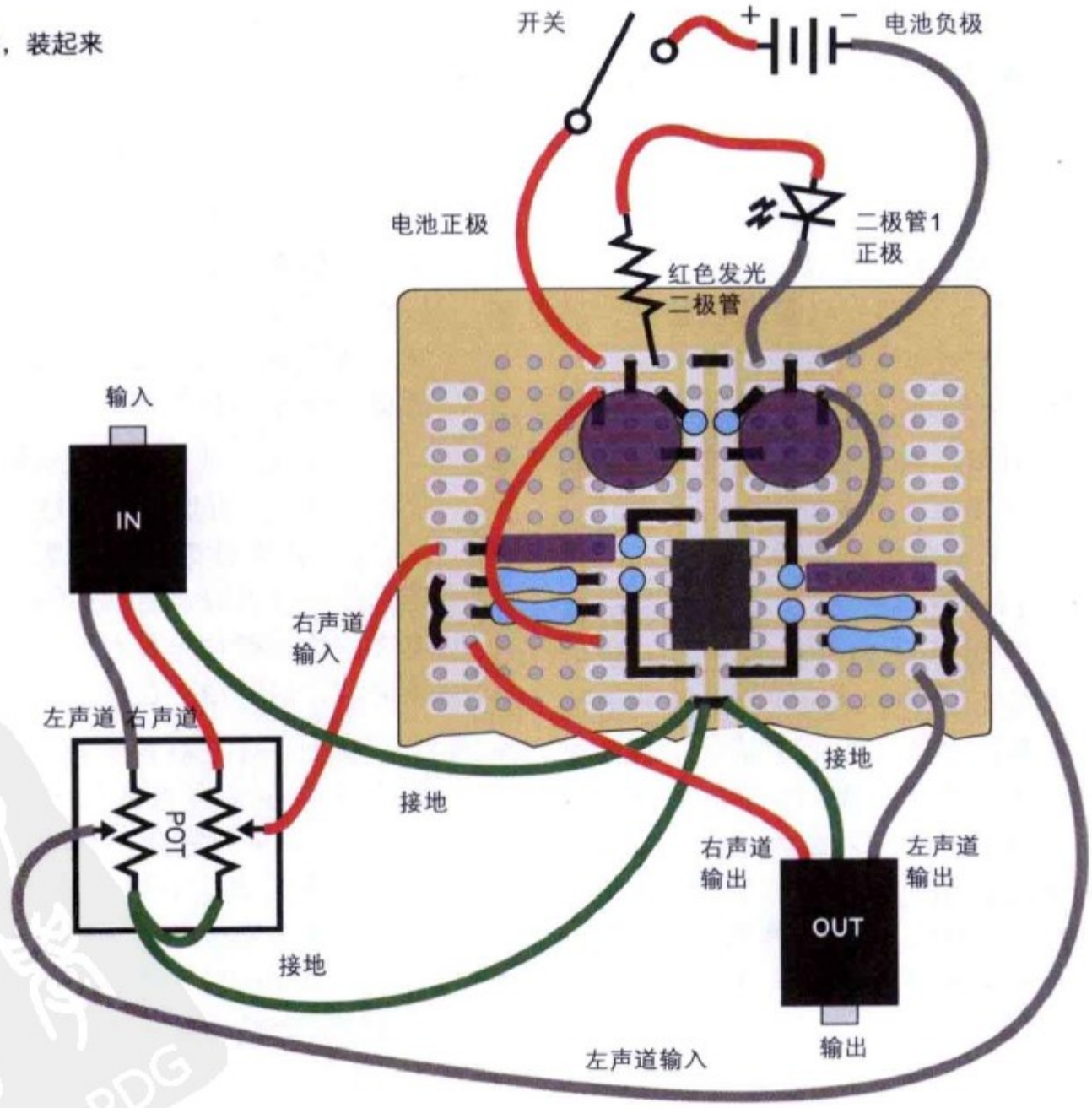


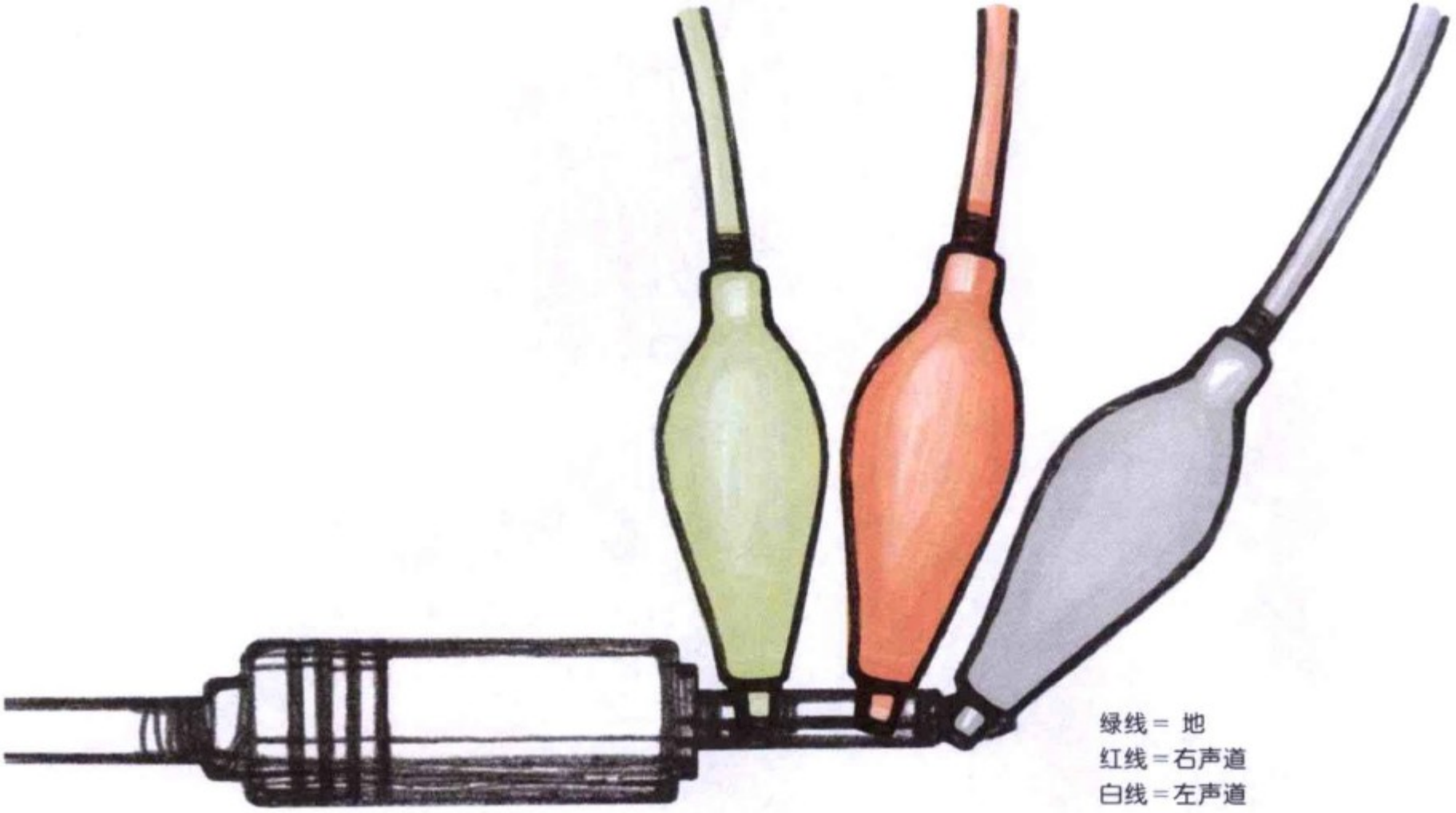
图A：加上电源



图B：加上放大器部分

图C：加上控制板原件，装起来就可以享受了





测试电路：把迷你立体声插头插进任意的音频设备中，用鳄鱼夹把另一端连接到你的电路板上。插头的尖端（左声道）连到左声道输入测试点，插头的中环接Rin测试点，尾部接地。然后再拿一个耳机和3个鳄鱼夹把线接到左、右输出和地线上。放音乐，看看是不是一切都正常运转。

测试功放

现在你已经可以看看做好的功放到底成不成啦！通电，稍稍地待机一会儿，然后小心地摸一摸功率运放和所有电阻的表面，以便确认没什么东西过热。实际上根本不应该有任何发热现象，如果有，拆下电源找找哪里出错了。

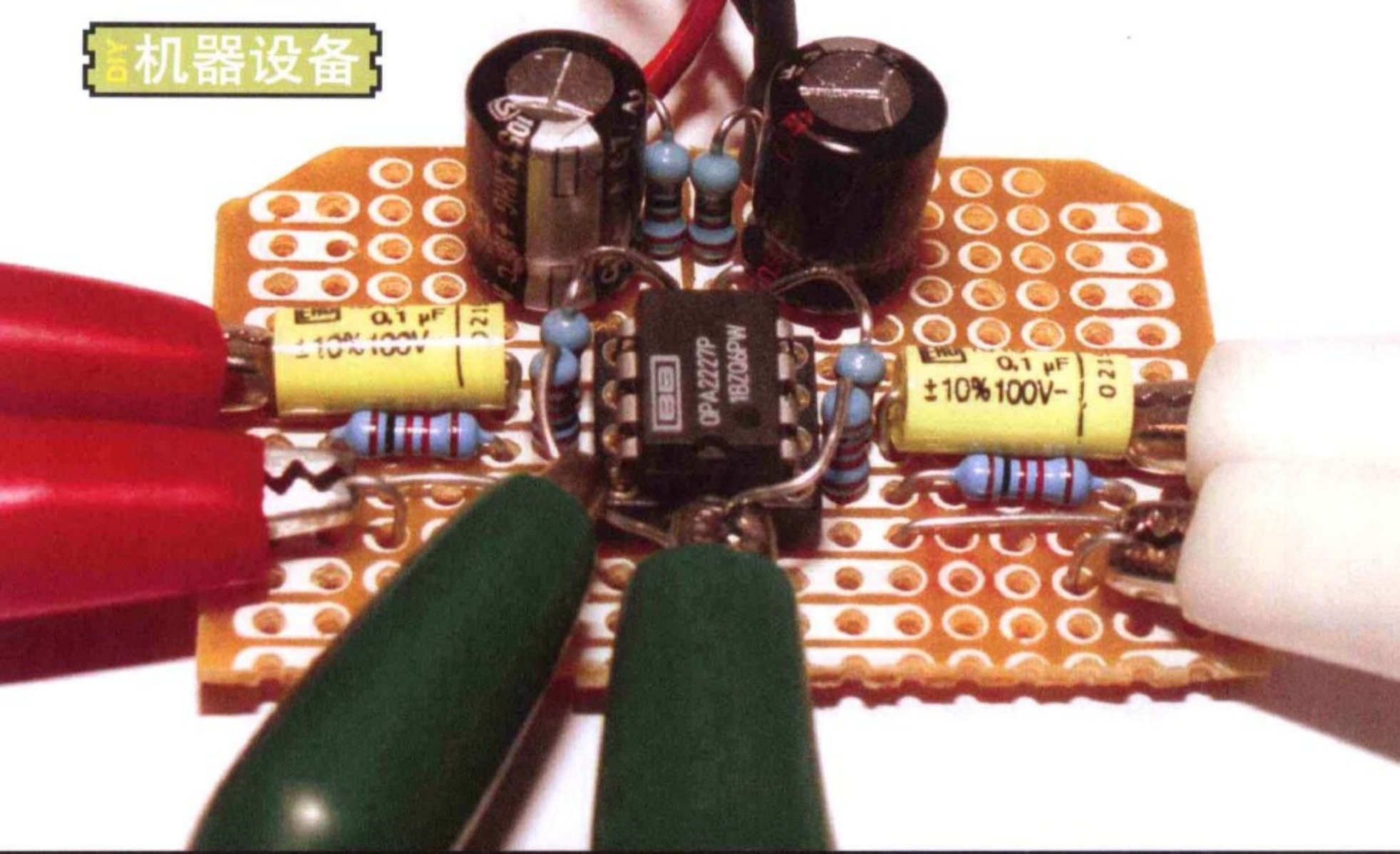
我是用一个便携式的CD机来做测试的，因为它有音量控制，这在测试一个没有音量控制的电路时非常有用。把音量调到最小开始播放。

接通音源到电路，这没什么一定之规，反正我是用6个鳄鱼夹跳线和一段音频传输线来搞定的。我把音频传输线的一端插到CD机的耳机孔，另一端分别用3个鳄鱼夹子夹住插头的左右声道和信号地。对于1/8英寸和1/4英寸的插头来说，尖端是左声道，中节是右声道，剩下长的套管就是接地端。我夹牢一个鳄鱼夹跳线的两端，再夹另外一个，最后把地线的跳线夹到电路板上。

然后我用另外3个鳄鱼夹跳线把输出端夹到一个廉价的耳机上。这时候可千万别用你那200美元的好耳机做第一次的测试啊——万一哪个地方搞错了，你后悔可就晚了。

把耳机放在桌子上，慢慢地调大CD机的音量直到你能听到从耳机里传出来的声音。戴好耳机并调整音量，如果你听到了好声音，你就成功了！你可以听得时间长一点儿，并且试着加大点儿音量，但是主要的还是先搞定这第一次测试。一旦你对功放的测试满意了，就试试你的好耳机。有些时候便宜的耳机声音表现也很好。但较高的过载负荷往往导致音乐发烧友的耳机发生故障。

功放的工况不良有各种各样的征兆。有些你可能根本听不出任何的异常，有些时候声音会发虚或是刺耳，尤其是音量开大的时候。还有的是在很小音量的时候可能声音表现非常好，但是一旦开大音量，就发生严重失真。在有些故障中，功放可能工作了一小会儿就罢工了。最后还有一种情况是功率运算放大器宕机：功率运放芯片内部经常会带过流保护装置，许多原因都会导致触发保护。



所有的钩状跳线都是用来夹鳄鱼夹的测试的点，从音源（我使用的是CD机）到耳机。请使用一个便宜的耳机，因为不正常的电路或许会损坏你的耳机。

排除故障是很难的，对此我在这里就不深入讨论了。但主要检查是不是所有的接地焊接都焊实了，如果焊虚了就会导致信号传输或者电力供应的问题。用你的万用表检查所有连接是否完好，有时候有的焊点看上去没有问题，实际上却是虚焊，存在很高的电阻，这可能就需要重新焊一下。

如果线路上都检查好了，那还可以临时地添加一块电池，再试试看。如果声音变好了，说明电路或运放工作在临界状态。你可以保留额外的电源搞成双电池，还可以试着改良你的电路。在下面网址看看《耳机功放的基本故障》这篇文章吧tangentsoft.net/audio/trouble.html里面有很多好的建议。

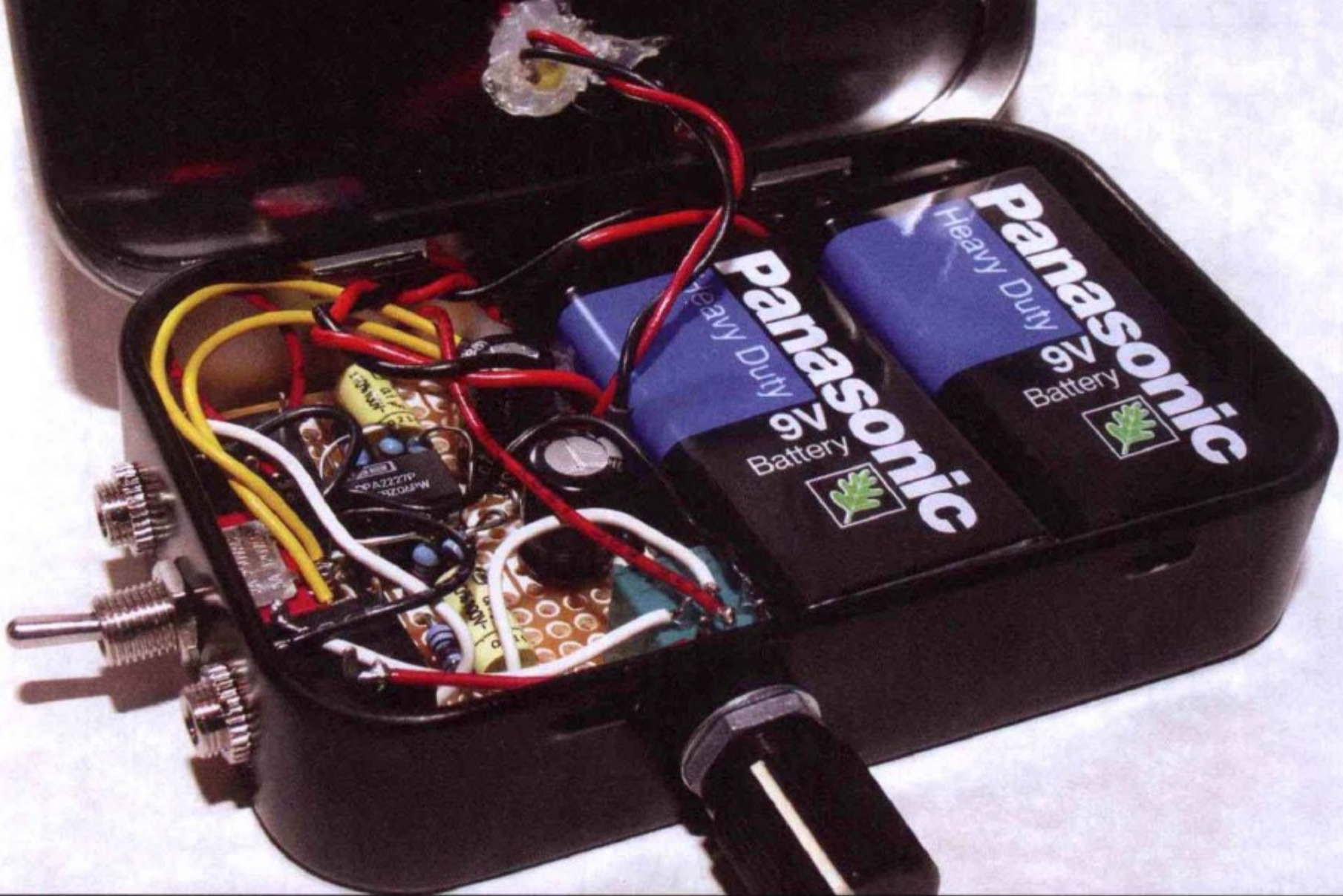
装配周边辅助设施

功放板制作和测试完成以后，你就可以规划一下装电路用的盒子面板了——音量控制、电源开关、LED指示灯、输入输出插座。这种布局力求尽可能短的接线，除此以外就是你的审美要求了。一旦有了布局的方案，就在需要的地方打孔，把各种开关接口牢牢地固定在开孔上，先不要连接到电路板上，确保所有的地方都合适了后再把它们焊上。

添加面板附件

安装面板附件时，要一个个逐个装配，装完一个就检查一下焊接得好不好，如果一股脑都装上就可能会出问题，这样排查故障会很困难。另外，记得把各种配件本身先检查一遍，确保它们完好然后才进行装配。这样仔细的检查便于排除各种不良隐患。我已经制作了许多台工况良好的功放，但是面板布局仍是难点，在第117页你能看到我的最终布局是什么样的（开关、LED灯、输入输出插座、音量控制旋钮）。

我首先把LED灯和电源开关接到电池上。等它们正常工作了以后，我才按照上面提过的立体声插头左右声道定义规范添加了输入输出插座。我逐个地安装并测试，并且在信号输入端用了超长的传输线，这样在下一步骤安装可调电位器的时候就会方便许多。



完成的放大器。你从网上或者当地无线电元器件商店可以买到全部的零件。如果你愿意等上一周时间的话，网上购买的零件会比较便宜。

双联可调电位器有6个引脚，3个一排是一个声道。中间的引脚是滑动端，连接到电路板的信号输入电容上，另外两边的引脚任意一边都可以连接到输入插座端，另一边接地。如果你希望顺时针旋转能够增加音量的话，接地的引脚通常要选左边的那个，这个“左”是按照正对着旋钮而言的。不过最好是查一查可调电阻引脚定义的资料再决定怎么装，或者是实测一下阻值的变化规律，接输入插座端与滑动端的电阻值变小意味着音量增大。如果你搞反了，功放一样会正常工作，但是音量调节旋钮跟习惯是反的。

就这样了，现在你已经做好了一台功放！你可按照网站上介绍的内容从各个方面改进它，包括增加外接电源插座，使用更高级的电容和电阻，强化接地等。

关于整个制作的详细说明，包括零配件表、背景资料和其他的参考内容，可以访问以下网址：

+ makezine.com/04/headphoneamp。

沃伦·杨是一个软件工程师，他住在新墨西哥州阿芝特克市。想想看“一个程序员拿着把电烙铁”有多么滑稽，哈哈。



简易黏胶玩具已经问世大约50年，这种玩具已发展为国际化玩具的经典之作。现在你可以到网站crayolastore.com/category.asp?NAV=PUTTY上买到一块5磅的原版黏胶，这块黏胶是装箱过来的，里面没有塑料的蛋壳。在网页bulkputly.org/mail/上还有一个相关的弹力黏胶的邮件列表，以及网站bulkputly.org/ordering/dow.html上还有一个告诉你如何得到100磅道康宁（Dow Corning）珊瑚黏胶的指南。



世界上最响的iPod

iBump让你的音乐震撼而不失真。

汤姆·安德森 温德尔·安德森

让便携式音乐播放器发出很大的声音应当是很容易的。设想新型的塑料迷你扬声器随处可见，但是如果你想要插入一个又大又旧的立体声音响并且要真正撼动房屋的话该怎么办呢?

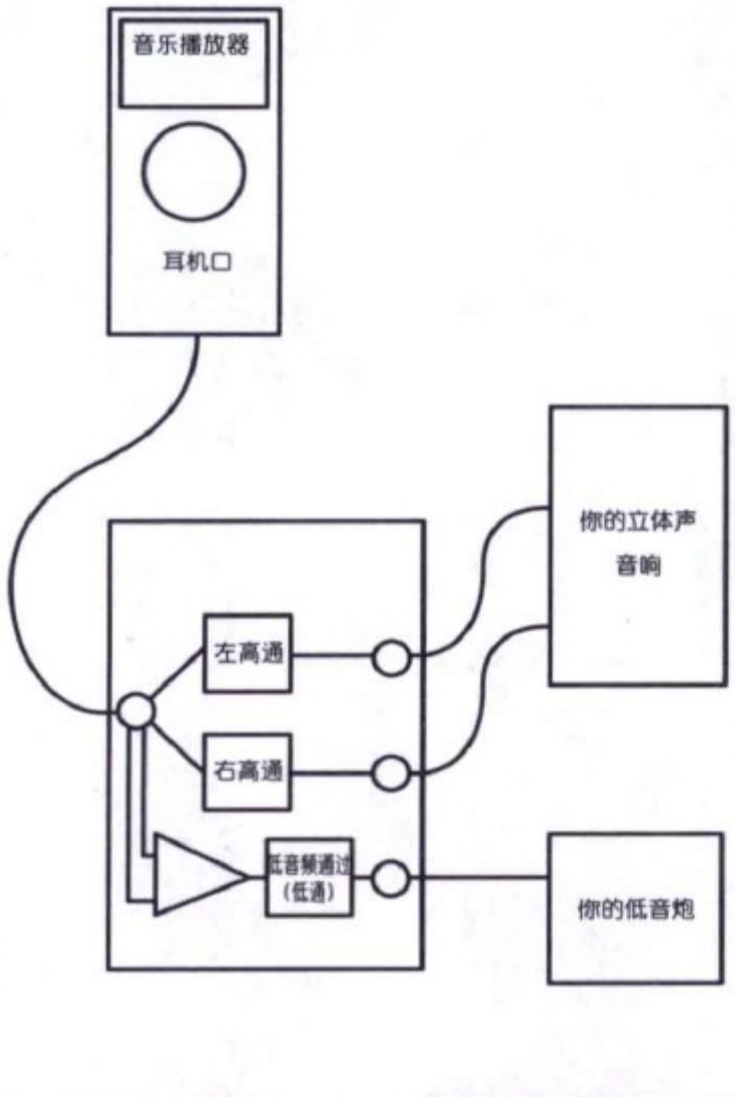
一个廉价的Y适配电缆可以把播放器的耳机微型接口分成左右声道用的两个RCA插孔，但是，如果你把低频放到超低音中并且仅仅将中频和高频送往立体声扬声器的话，你将会听到更好的声音。那是因为当扬声器发出低频声音时所做出的大动作将会使得中频和高频的声音失真，尤其是在音量较高的时候。我们的iBump利用一个有用的交叉电路就能够改善这种情况，它能够将声音分成高频和低频两个通道。将低端连接到一个通电的低音炮，此时，你将会听到恰到好处的碰碰声。

这个iBump交叉电路是基于经典的林奎茨-瑞利高保真唱片设计的。相关资料请参见齐格弗里德·林奎茨的网站。

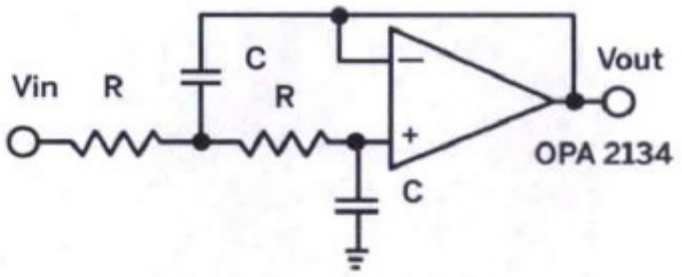
一些较新的声音放大器为有动力的超低音设计了单独的输出，而且还有过滤器用来分离出低音。我们对这些进行了测试，发现iBump能够提供较好的声音。你自己可以试试，看看到底怎样。这个交叉的声音很自然，没有嗡嗡声，在高频和低频之间也没有脱节。

如果你没有通了电的超低音扬声器，你可以按我们的文章“重整这把旧的电吉他”的介绍来做一个。从易趣上买把电吉他，外加一个大的扬声器以及用急板演奏：你就可以给自己

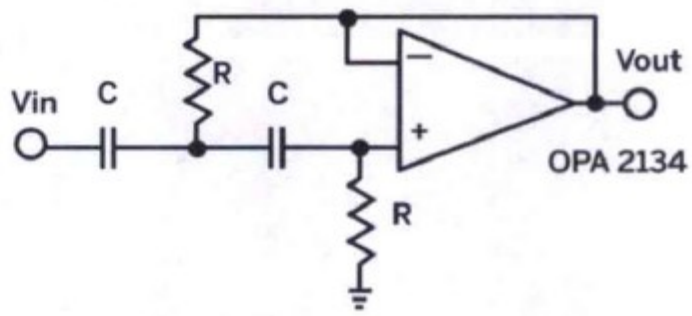
摄影：文德尔·安德森

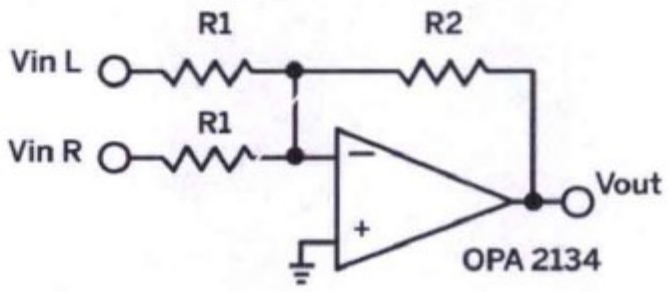


A



B





C

图A：iBump把每个输出一分为二。两路信号分别经过高通和低通滤波，最后送到超低音音响。

图B：高通和低通的频率公式相同，电路布局也差不多，只是电阻和电容值不同。

图C：左右信号都输到主电路。

一次震撼。或者从奇士、来福或是其他地方买个超低音音响。

搭建

iBump是可在印制电路板（PCB）上组装和焊接的项目，并且不需要移动任何部件。你可以根据我们在makezine.com/08/ibump上的电路图搭建电路，或是在该网页上购买已经组装并包装好的电路板。iBump 套件是为学习使用音频电子元件而设计的，因此上面有明确的标签和测试点，这样就能更方便地用万用表和示波器来探测电路。一旦你将电路组装好，就可以把板子放进一个小盒中了。

它是怎么工作的呢？

iBump的模拟电路选用匹配的高通和低通滤波器来阻碍低频和高频。假设电阻值为R，电容值为C，那么频率满足公式：$1/(2\pi RC)$。我们的iBump使用是23.7kΩ的电阻，0.068μF的电容，这时频率约为99Hz，这个频率与电吉他的G调的频率十分接近。

主电路结合左右输入，然后通过低通滤波向超低音音响输出信号。人类的耳朵对低频不敏感，因此可以选用单声道唱片。

我们的电路都是基于德州器械生产的OPA2134运算放大器的。这是一个非常好的扬声器集成电路块，噪声少并且只有0.000 08%的失真。飞利浦生产的5532运算放大器价格也不贵，而且高档的OPA2134运放可重复使用，这才是重点，不是吗？

大音量的乐趣

注意 千万不要因为iBump的立体声的强大音效而使自己或他人耳聋，必要时戴上耳罩。

从makezine.com/08/ibump上下载并播放测试乐曲，并使用声压级单位（SPL）对iBump进行测试和调试。你可以成为一个高保真唱片爱好者，微调声压等级来获取偏低频率的灵敏度。或是你可以加速超低音音响直到震得架子上的东西掉下来。

跟你的邻居比比看，从街道上听的时候，谁的立体声音响的声音大。如果警察来的话，你就得通过SPL测量声压向他们证明你并没有违反当地的法令。

汤姆·安德森和温德尔·安德森都是喜欢开发声音软硬件的工程师。

DIY

电路



玩闹打击乐：配备传感器的击打机器在扭转时就会改变音调。

MIDI控制器毛绒玩具

有着弯曲传感器的A/V明星猴子和一个MIDI感应板。

皮特·金思

谁说输入设备必须是硬的和机械的？这是一个很软、易弯曲的、易于作为毛绒玩具来玩的输入设备。在我的《MIDI导引》中我们已知道何如使用MIDI数据——原本专为音乐设计来连接音乐和非音乐两者的硬件和软件。现在，我们将使用这个方法来做一个你可以控制外观和声音的毛绒猴子乐器。

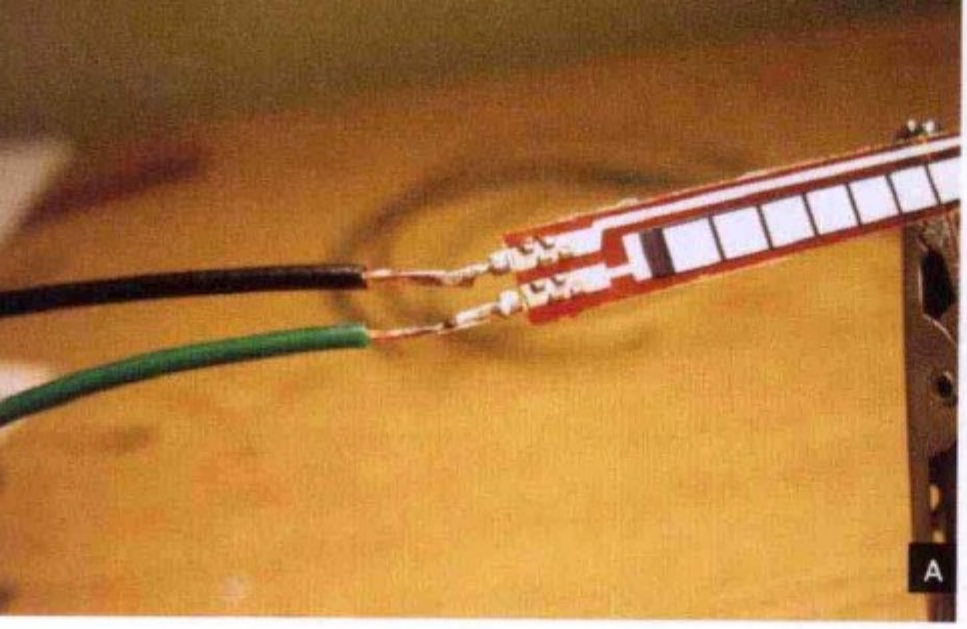
猴子有缝进它的四肢可伸缩的传感器，它穿着作为一个双肩背包的传感器接口板。传感器探测猴子的动作，板将读数转换到MIDI数据……这让猴子可以演绎视听交响曲和其他的MIDI魔法。

弯曲一周

设计师一直用现成的传感器来把真实世界的动作转化到数字王国中。对于这个项目，我们将使用一个最常用的类型：一种弯曲的传感器，这种类型的传感器是艾布拉姆斯/犹太游戏公司设计的，曾用于声名狼藉的美泰威力手套（任天堂游戏系统的一种游戏控制器），以及在最近的现实游戏中用的手套。

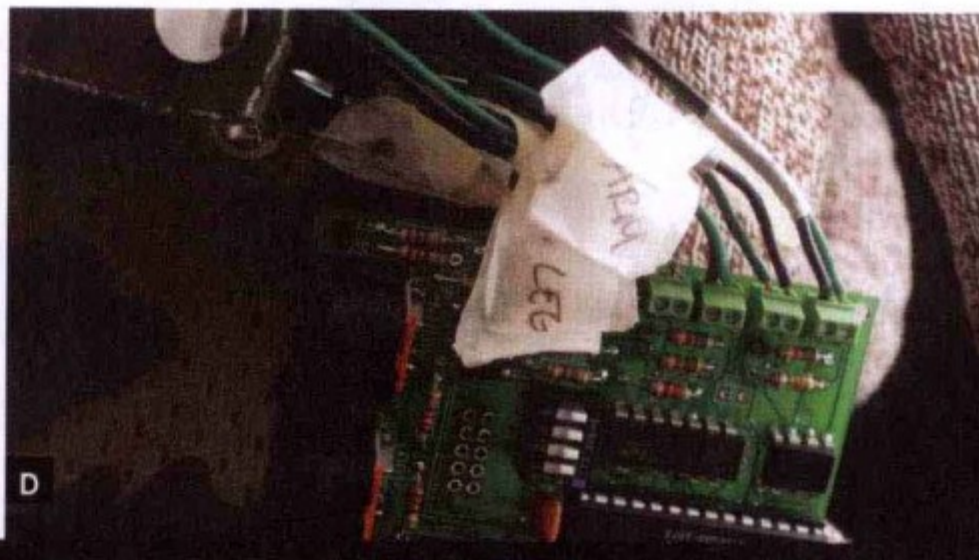
一个弯曲传感器的概念是比较简单的：它的传感器电阻随着弯曲程度变化。这让它在电路中就像其他电阻传感器一样工作，如光传感器或电位计。弯曲导致的电压变化可以转换成数字值。这里我们将使这个不同凡响的传感器作为数据传输到计算机或其他设备上。典型的弯曲传感器应用是一个数据手套，它的每个指头使用一个弯曲的传感器，在这里，我们会尝试一些不同的东西。

摄影：皮特·金思









图A：两根导线连到弯曲传感器的一端。
图B：传感器藏进即将缝到毛绒猴子的肢体的袖子的内部。
图C：部分缝合的毛绒猴，在猴子背上缠上感应线，并加固缝好。
图D：将感应线连接到MIDI音色板上。

看猴子玩MIDI

制作毛绒猴子很容易完成。所有我们需要补充的是曲传感器、一些电线和一种将动作转换成MIDI的方法。有几种现成的单片机板能够完成这个转换，比如Limor Fried的MIDI有源接收板，我们曾在《MIDI控制导引》中用过的，对我们的猴子来说也是理想的。它很小，价钱便宜，只被设计用来读取传感器。MIDI感应板从六个电阻式传感器接收输入数据， MIDI的输出是jack输出而不是串行或USB式的。这使它容易使用拥有标准独立的音乐和视频硬件的猴子，而不是仅仅只用计算机。

为了这个设计，我与我姐姐安妮·金恩合作，她有设计和制作耐用的毛绒玩具的技巧。制作毛绒猴子的说明包括包装好的洛克佛城红袜在网上很多。所以我将聚焦于这个项目所独有的部分。

制作猴子

1. 剪开袜子。毛绒猴子说明的规格需要剪开两只袜子。最基本地，一只做腿和身躯，剩余的部分可用来做尾巴、手臂和嘴巴。

2. 准备传感器。每个传感器截取8英寸长的带有两接触头的长电缆或一对电线。把每一端剥皮并把一端焊接到传感器 上（见图A）。

3. 巩固连接。在每个传感器和电线之间连接的地方空出一小块地方放热缩管。确保你有一个合适的松散的尺寸。用热枪或吹风机加热收缩管道的每个关节，并用电工胶带加强各传感器本身。(我们发现所有的热量都会引起一些固定物脱离传感器；胶带能确保它继续正确地工作。)

4.准备四肢和带有传感器的袖子。按照毛绒猴子制作说明缝制胳膊和腿，那么你就会得到空的、翻转后的附着物。

从布上剪下相当于5个传感器的长度的套筒，然后把它们缝到手臂、腿和躯干的外部。对于躯干，把未剪开的袜子里朝外并把套筒黏到即将成形的头部（袜子的脚趾）和腰部（仅仅在后跟之上），你不需要专为尾巴传感器准备一个套筒，这是由于尾巴小于其他附着物。

5.插入传感器。按毛绒猴子制作说明把各

材料

Rockford Red Heel袜子 一双，男士超大号。
聚酯纤维或其他填充物
纱布，为了做传感器套筒。
毛毡，巩固连接点 。
毛线与袜子颜色相配
纽扣（2个） 眼珠型
羊毛织物或其他非具体的丝织物
窄的双折偏斜胶带
迷你的夹克/外套，截断工具为了做双肩背包。
弯曲/折曲传感器（6个） Jameco part #150551
jameco.com
MIDI感应板可以在 ladyada.net/make/midisense买到
热缩管，RadioShack有卖各式各样的。
电工胶带
焊料，树脂/无铅物，任意手指大小的即可。
绝缘铜导线或双头管带线

工具

电线剥皮器 Jameco #159290大小正合适
电线切割机
“援助之手”或虎钳（可选）
热风枪或吹风机
有一个合适的尖头的焊铁，Weller是一个不错的品牌。
焊台和脱纤工具或发带
“微小的”小扁头螺丝刀
计算机或其他MIDI-to-USB界面，例如Edirol UM-1EX或M-Audio Uno。
缝纫工具（任选）
针和剪刀

种猴子零碎的部分外表朝外。轻轻把传感器和导线推进对应的套筒内（见图B），为了以后更方便，你可以通过身体部位的线在各传感器两端做标签。

6.加入填塞物。往猴子内部填满绒毛，确保你添加足够的量以至于猴子摸起来觉得坚实而不是松松垮垮的，但不要过多而导致它难以弯曲。

7.将各部分集中。在这一点上，你会有一些塞满的四肢和大量的松散的电线。遵循指令完成毛绒猴子的装配。然后在猴子的背部——仅仅在尾巴之上，剪开一个足够大的洞容下所有电线。用一小块毛毡缝紧孔缝（见图C）。

8.塞入电线。标记各个传感器的电线，如果你还没有准备好的话。从背部将线塞进猴子背部，这样它们就可以连接到传感器板。拉着电线通过身体，这样它们在从洞口穿出时会汇合，然后把它们一起拉出去。

9.制作装传感器板的后背袋。根据说明把MIDI感应板封好。然后将猴子大小的背包与板尺寸大小的包袋缝在一起，在包底部留下一个洞使电线可以从猴子连接到板上。小皮带会让猴子紧紧地背着板的。我们用双面胶粘合好的羊毛做了一个背包。

10.将电线连到感应板。将从传感器连接过来的电线接到MIDI感应板的6个螺丝的终端。每个终端有2个洞，每一个洞对应着一条线。插入电线，然后用微型螺丝起子将终端紧紧拧下来（见图D）。我们发现当拧紧螺丝时电线有时会脱落，所以我们添加了一点焊锡来使连接更为持久。小心地把板和电线放到背包里。

11.添加一些格调。眼睛给了猴子人格，两个稍有不同的尺寸的按钮甚至给它更多的性格。装饰品随个人喜好。现在，猴子已经准备好行动了！

配置模版

1.设置传感器。通过MIDI-to-USB界面将猴子连接到你的计算机上。使用MIDI感应软件使所有6个传感器启用，选用控制改变开关(CC)，为它们中的每一个都输入信息并传送。有许多条MIDI CC信息，但是它们传输的都是连续值，而不是数字的，这是我们所想要的。为了得到最好的结果，采用的信息类型在一定范围内，为0～127。

如果你打算使用你的猴子与外部的MIDI硬件而不是计算机软件连接，确保你选择的信息的硬件可以执行；大多数硬件文档包含一个MIDI实施图表，你可以查一下。

2.调校传感器。准备好每个传感器，这样它就可以传输正在感应的全系列的数据。要做到这一点，使用MIDI感应上的应用来调整传感器的高、中、低的数值。弯曲每个传感器直到其最大值，然后松一点，接着在再次弯到满值

的同时在相应屏幕上跟踪滑动器的位置。然后把绿色、黄色和红色箭头设置在那些地方。你可能需要交换一下高和低值，这样的话该传感器弯曲时发送127，松弛下来时发送0。

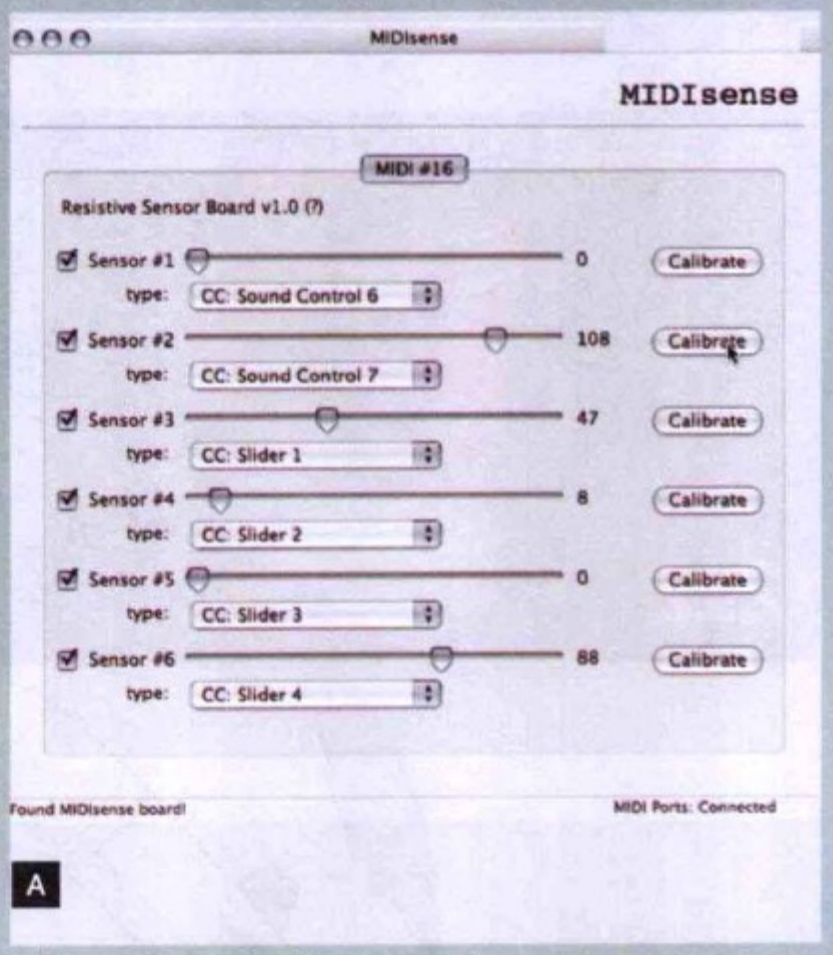
样品试用

现在你的猴子的MIDI已被设置好，但是你可以用它来做什么呢？答案正如我们在《MIDI导引》中所见，是任何你喜欢的东西。你可以控制音乐和画面软件以及任何拥有MIDI端口的硬件。一旦MIDI感应已配置了端口，你甚至不需要一台计算机，你可以把猴子与一个电子鼓挂钩，在鼓自带的把手和滑动器的地方使用猴子。

使用包括在开发工具中的免费的Quartz Composer工具（这是以苹果操作系统×10.4为平台的）之后，我组装了一个简单的MIDI控制的、活泼的猴子来进行检测和展示范例。

我组装的Quartz Composer补丁有一张香蕉相片，然后我将它分配到一个粒子系统，它是一种算法，可以相似但独立地模仿许多对象的镜头（在这种情况下，香蕉是“粒子”，从流动的果子云中喷出）。Quartz Composer将从每只猴子的四肢传来的MIDI输入转换为香蕉的大小到粒子系统中。如果传感器是直的，香蕉是隐藏的，并且当你弯曲传感器时，集群成长的浮动香蕉将出现……你也可以为一个视听互动的毛绒猴子添加声音。更多关于这个补丁、校准和编制程序以及录像的信息，请看makezine.com/08/diycircuits_monkey。

当然你也可以不用猴子而用自己的物品，把传感器用到其他项目上或控制一些其他的东西。这就是整件事的乐趣所在。但下次你如果在DJ货摊上看到这样的猴子的话，你会知道它为什么会在这。





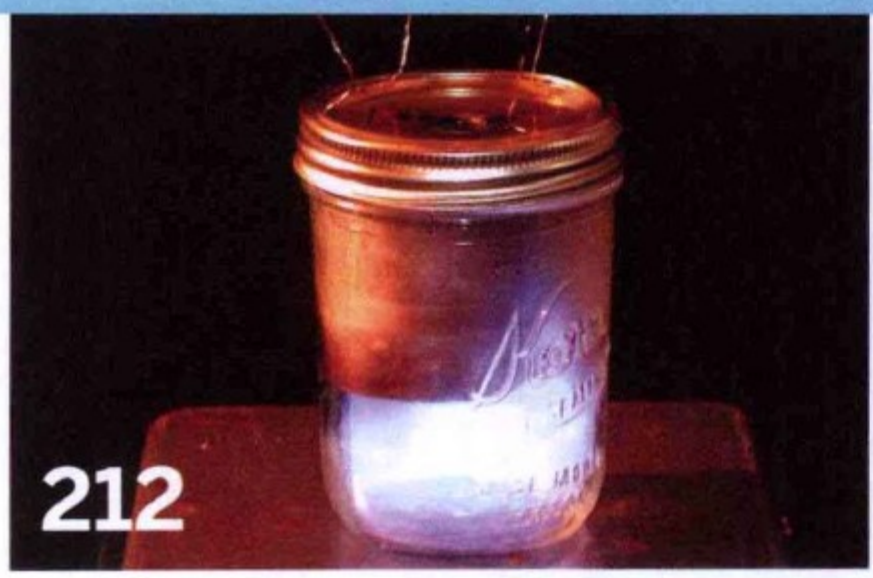
图A：MIDI感应板可以接6个传感器，这你可以通过一个窗口来调校，设置传感器为MIDI连续控制器，这使它们能够提供一种连续变化的信息资料。

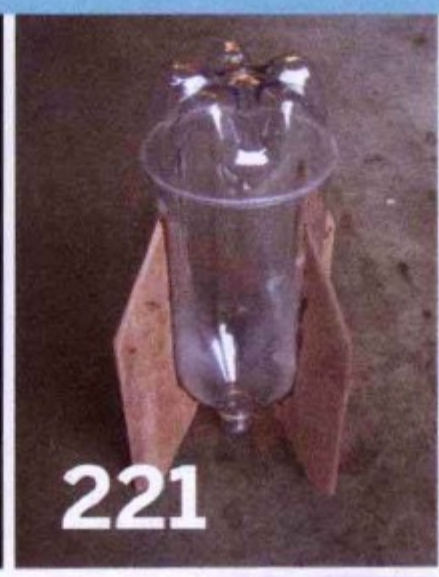
图B：一个在苹果系统的免费软件中做的平台让MIDI猴子在屏幕上不断得到香蕉，而香蕉是通过一个粒子系统激活的——美味！

皮特·金恩是一位作曲家、媒体艺术家，真正的《Word数字音频》（Peachpit，2005年）的作者，是createdigitalmusic.com的总编辑。

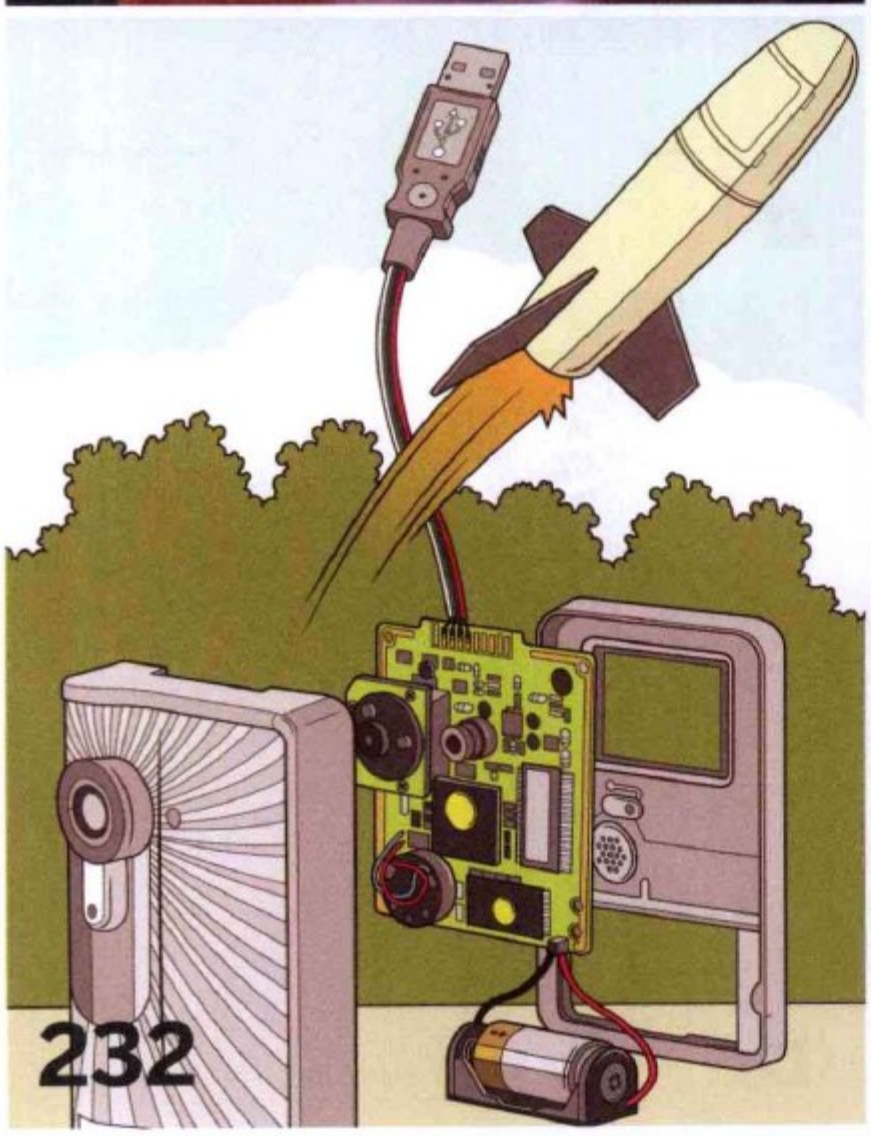
“‘马铃薯大炮’：很多设计者把对改装高速汽车的热情也用在了鼓捣马铃薯枪上。我们的NL-36是在土豆炮[2]的基础上改进的，炮管被透明的管子取而代之，还加上了电打火枪。”

威廉·哥施德拉

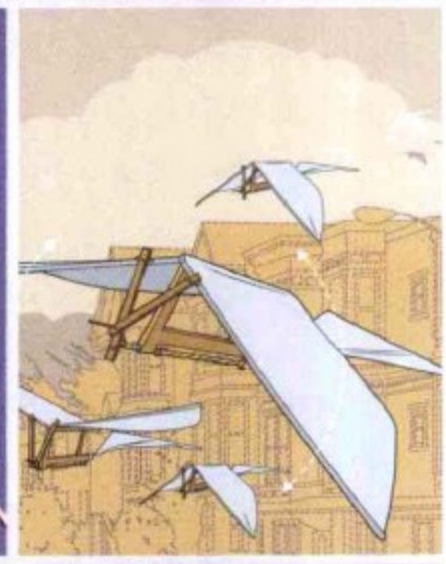


















最佳飞行和炮弹项目



生活中有一部分人喜欢听爆炸的声音，看那些碎屑飞散开来。堵上耳朵，尽情感受爆炸的魅力吧！这里有一些我们最喜爱的喷气机、火箭和大炮作品。而对于那些希望自己的实验稍微平静一点儿的爱好者来说，我们也提供了飞艇和橡皮筋动力的扑翼飞机的例子。

果酱罐喷射器

威廉·卡斯特罗

你试想过在家里制作一个喷气发动机吗？这里有一种简单的喷气发动机——脉冲喷射器。用一下午的时间就能用一个果酱罐制作出来。你所有要做的工作只是弯曲一些导线和钻一些孔而已。>>

准备：第215页 制作：第216页 使用：第219页

摄影：威廉·卡斯特罗

加入我们
一起制作果酱罐喷射器

涡轮喷气式引擎飞机和涡轮风扇引擎飞机都包含数百个旋转部件。但是上述这些设计的起源都是来自于脉冲式喷气机，它将燃料和空气通过推进室和推进舱的混合几何模型转变成推进力，这个几何模型不含移动的部件。最简单的脉冲式喷射器是雷恩斯特燃烧器，它的空气通入口和排放口共用一个开口。

喷气机工程的先驱瑞士人弗朗索瓦·雷恩斯特还是个到处点火玩的孩子的时候就发现了这种燃烧器。他在一个玻璃罐的盖子上穿了个孔，倒入了少量的酒精，并点燃了开孔的顶部。火焰从开孔中喷射出来，然后缩回到瓶子里，并再次喷射。这种几乎是魔法般的过程一直重复到所有燃料耗尽为止。雷恩斯特发明的这种可以反复喷火的罐子，就像是圣·乔治龙一样。我们的喷气罐就是基于雷恩斯特的发明制成的。

威廉·卡斯特罗喜欢制作一些有趣的、会嘶声飞过、然后啪的一声掉落的东西。他是《后院弹道学》（2001）、《制作机器人》（2002）和《弹射器艺术》（2004）等文章的作者。参见backyard-ballistics.com获得更多的信息。

工作原理

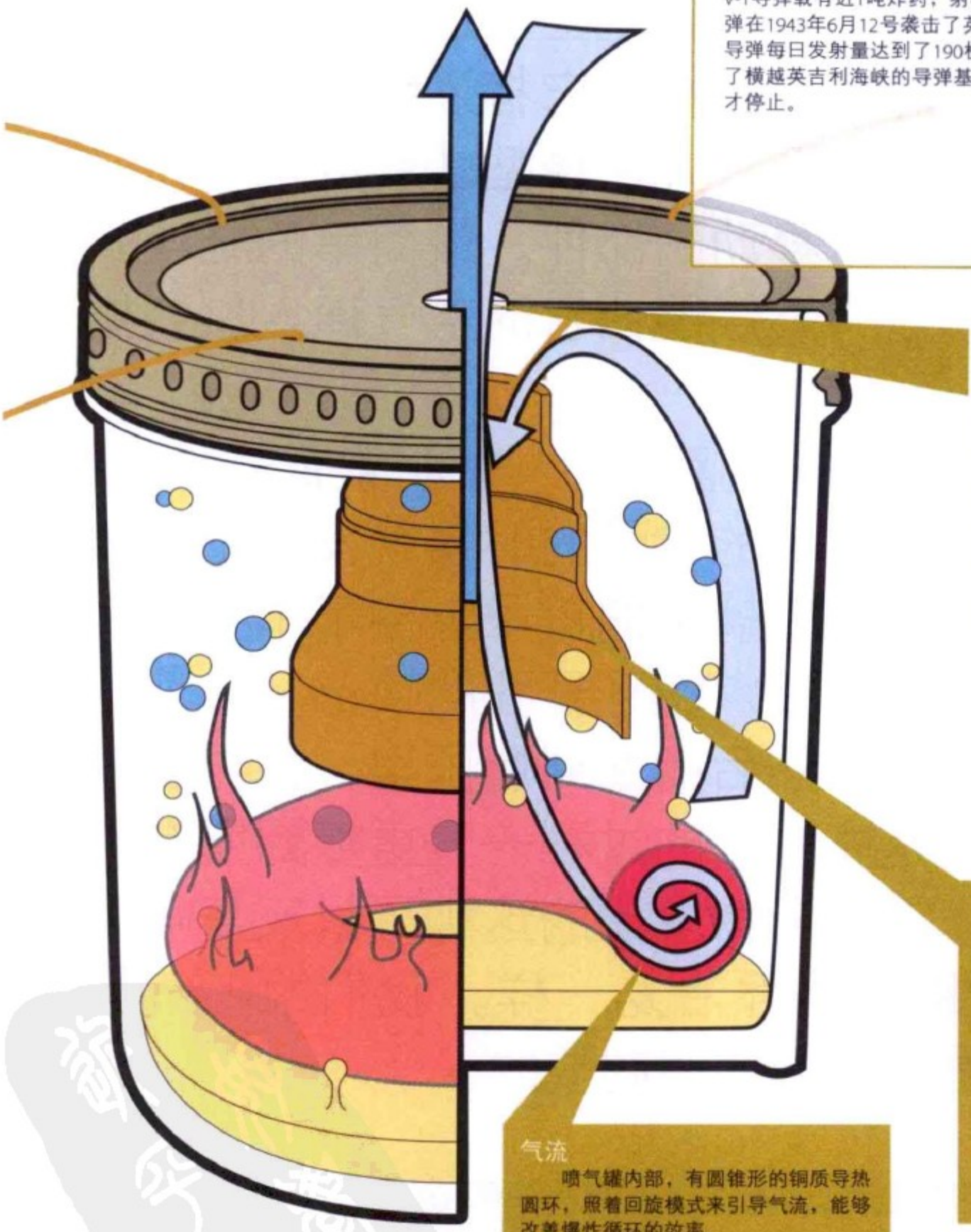
当罐内的燃料和气体第一次被点燃后，果酱罐就会产生一股热气流，提升罐内气压并将气体喷出。喷出的气流在罐内营造出轻度的真空环境，新鲜空气就会将果酱罐迅速填满。而在尚未冷却的罐内，更多的甲醇混合到新涌入的空气中，会引起再一次燃烧。科学家将这个循环过程称为“驰豫振荡”。



V-1导弹

这款脉动喷气机简单、廉价而且功效强大。但是它还不能用于商业航空，因为大型喷气机噪声严重，震动起来就跟巨大的链锯一样。脉动喷气机尽管在20世纪早期就被发明了，但一直没有实际运用的机会。后来德国科学家鲍尔·施密特发明了外表朴实无华但内部装有可靠的脉动喷气装置的巡航导弹，就是著名的V-1导弹，又称“飞弹”，第二次世界大战时期给英国带来了广泛的恐惧。

V-1 导弹管高25英尺，两翼粗短。简单的发动机能使V-1导弹载有近1吨炸药，射程达到150英里。第一枚V-1导弹在1943年6月12号袭击了英国伦敦。在最高峰时期，V-1导弹每日发射量达到了190枚。直到盟军反攻欧洲，摧毁了横越英吉利海峡的导弹基地后，V-1导弹对伦敦的袭击才停止。



梅森罐的盖子中心打了直径为1/2英寸的孔，用作进气和排气口。大多数实用的脉动喷气机设计有两个相互独立的气孔，但因为爆炸循环的进气和排气阶段不是同时发生的，喷气机可以用同一个气孔。更为先进的喷气机，比如涡轮喷气机，它的持续爆炸循环需要独立的进气和排气口。

导热

铜质的散热器能够良好地导热，并将热量传递给悬挂到外面的4根导线。导线将热量辐射到外部的空气中，将一些热膨胀带离罐子，减少炸裂玻璃的风险。

气流

喷气罐内部，有圆锥形的铜质导热圆环，照着回旋模式来引导气流，能够改善爆炸循环的效率。

绘图：泰格·巴里斯

准备



材料

[A]小型的梅森罐和分开的螺纹帽与盖子。
[B]直径为22~26英寸的磁线（涂瓷的粗铜线）。
[C]直径为1.5~1.25英寸的铜制排污口，减少配件安装。
[D]直径为1~1.25英寸的铜制排污口，减少配件安装，可以在日用品商店或者五金商店找到。这两个管状配件是用在圆锥型散热器上的。
[E]一小瓶甲醇，在汽车供应商店被用来做汽油防冻剂，一般的品牌就可以。甲醇可以迅速溶于水，所以它能够用来做汽油防冻剂。但是这种特性使得它容易变质，所以要经常使用最新的甲醇。

[图中未列出]
一包点壁炉的长火柴，或者点烧烤的长柄打火器。
调味盐（可选）
硼酸晶体（可选）
1英尺长直径1英寸的塑料管或者金属管（可选）。
带可选项目的是用来做比较实验的。

工具

直径为1/2和1/8英寸的钻头电钻
剪线器
锉刀和砂纸
勺型测具
烤板
冰箱/冷藏室
安全眼镜
手套

安全守则

你正在制作的喷气罐就像是茶壶中酝酿的暴风雨。在这个设计上我从来没有遇到过麻烦，但是没有人能够确保你的安全。如果你打算完成这个工程，以下这些安全守则非常重要：
1. 实验中的罐子和盖子必须要一样大小。罐子太大，盖子太小会导致玻璃炸裂。
2.不要比实验指导中推荐的燃料放得多或者放得少，洒出的燃料要立即擦干净。
3.只用实验指导中列出的那部分，这样可以保证你的安全，而且我也没有尝试过所有人们能想到的替代品。
4.带上手套和安全眼镜或护目镜。
5.成功完成一次试验后不要手持罐子超过5分钟，在用手拍罐体之前确保已经冷却了足够长的时间。雷恩斯特燃烧器是非常有效的加热装置，燃烧仅仅几秒后，高温就能烧伤皮肤。
6.实验进行一段时间后，玻璃罐可能会炸裂。如果发生这种情况，不要用手去接触碎片，将整套设备小心地扫进袋子里，封好口，然后扔进垃圾箱。罐子非常便宜，可以再买一个。
7.保持足够远的观察距离。
8.必须用足够长的火柴或烧烤用打火器来点燃喷气机，避免由立刻引燃产生的热气烧伤。
9.实验前和实验后要仔细检查衣服，把穿坏的那部分丢掉。
10.根据常识来使用喷气罐，包括之前的准备，实验当中，以及结束之后。

制作



制作自己的果酱罐喷射器

开始

时间：一下午 复杂度：低

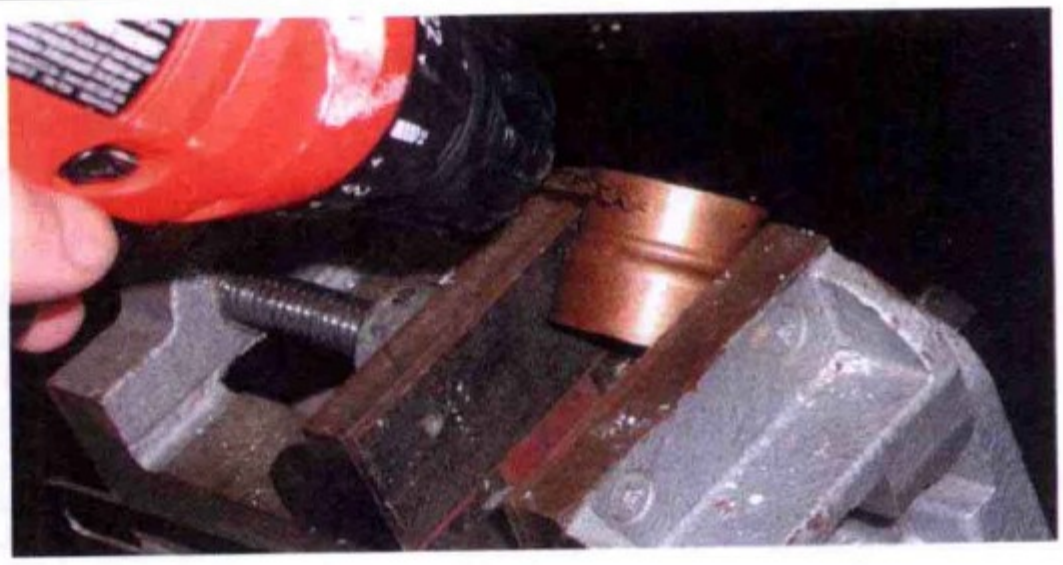
1. 钻孔

在罐子盖上钻一个直径为1/2英寸的孔。用锉刀和砂纸完全将毛边挫平。如果洞口太参差不平，没有办法弄平整的话，丢弃这个罐子，重新拿一个罐子来打孔。



2. 钻散热孔

在小铜制配件上钻4个直径为1/8英寸的孔。孔洞应该距离一端1/4英寸。4个孔要沿周长平均分布，分别离第一个孔90°、180°、270°。



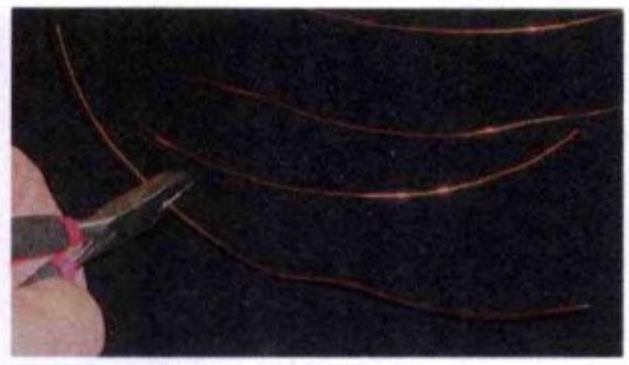
3. 组装散热器

将较小一个配件的底端插入到较大配件的上端。用力按一下，确保它们牢固地结合在一起。这样，就形成了圆锥形的喷气散热器和散热片。



4. 修剪散热器导线

剪断磁线卷筒上的4根长导线。



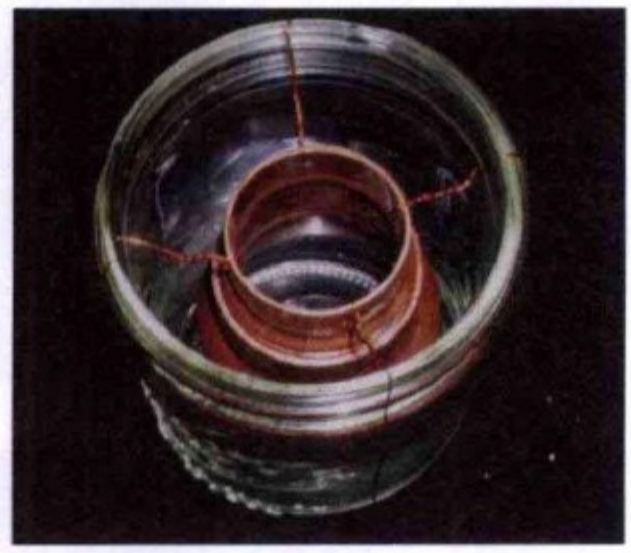
5. 接线

将导线一头折起，穿过你刚才钻的那些孔，然后打个结。把导线的另一端从散热器椎体抽出来，呈放射状伸向外面。



6. 吊起散热器

把铜质的散热器置于罐子的中心位置。让导线沿着罐口的边缘伸出来拉紧，这样散热器椎体就会贴着罐子顶部悬挂起来，散热器与顶部大约距离1/4英寸。



7. 加入燃料

小心地倒入或者用点眼药器计量并加入5~10毫升（1~2茶勺）的甲醇到罐子的底部。你可以稍微改变甲醇的数量来提升品质。甲醇最多只能盖过罐子的底部。

8. 盖上盖子

把梅森罐的盖子拧到罐子上去，盖住铜导线。盖子应该安全地保护住罐子顶部的圆锥形散热器。



9. 蒸发一些燃料

把罐子放进冰箱里两分钟，准备好。用大拇指摁住盖子上的开口。充分地转动和摇晃罐子里的甲醇。把喷气罐放置在烤板上面，烤板放在安全的平面上，远离任何易燃物。



注意：当你从开口拿走手指的时候，你会注意到有轻微的气压释放，罐子会发出沉闷的“砰”的声音。如果你没有感觉到有轻微的气压释放出来，也没有听到声音，重新摇晃罐子。如果还是没有气压释放，那么罐子的密封可能有问题，你需要修补一下。

10. 点火

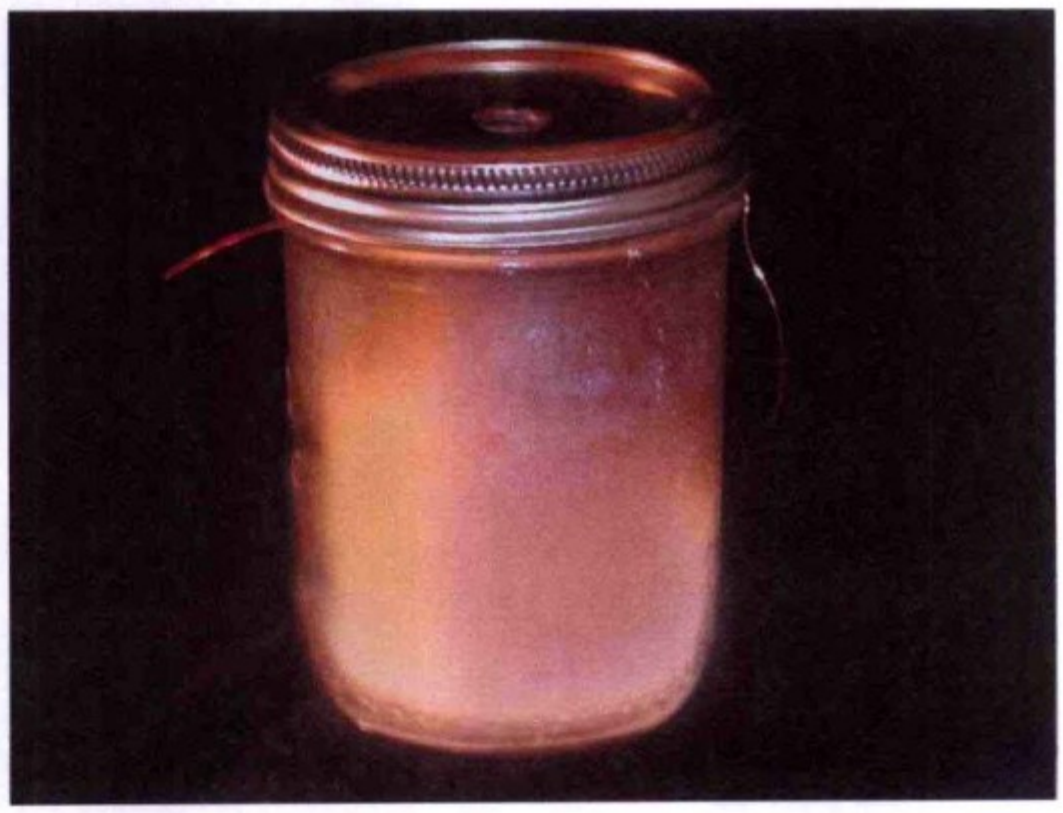
穿戴好安全眼镜和手套，把火焰伸到罐盖的开口上。

燃料被点燃后，在接下来的5~15秒内，喷气罐会循环脉动式喷火，发出嗡嗡声，声音频率比较低，但是能够听到，频率大约为20Hz，取决于罐内的和周围空气的状况，这时你会看到伴随着噪音的、深蓝色的脉动式火焰从罐子里喷出来又缩回去，就像是罐子在呼吸火焰一样。这是多么迷人的效果。



小型烟火

在循环过程中的吸入空气时，喷气罐的底部发出明亮的辉光。你可以看到甲醇燃烧产生的蓝色火焰，在这副图片中（见右图）看到是燃料中加入了少许盐后呈现的黄色。加入盐或者硼酸晶体把火焰的颜色变成不同的迷人的视觉盛宴。



使用.



果酱罐喷射器小贴士

火焰配方

下面有一些有趣的喷气罐颜色变化的实验，你可以自己尝试一下：

1. 甲醇中加入一撮食盐，蓝色的火焰会变成亮黄色。
2. 甲醇中加入一撮硼酸晶体，火焰就会变成绿色。
3. 为了放大喷气时的声音，在开口上方0.5英尺左右放一段管子。你可以用金属管或者塑料管，甚至一卷纸巾中的硬纸圈也能持续一小会。

用钳子或者手套把管子保持在一定的位置。用不同长度和直径的管子来进行实验。尺寸合适的时候，你会听到清晰的声音，沉闷的、有回声的嗡嗡声。

4. 一些爱好者用金属管代替玻璃罐来制作雷恩斯特燃烧器，而且在开口上方装上了永久的共鸣管。这些喷气罐有时也被称为“潜水员”。

最先进的潜水员还有燃料供给系统，把甲醇滴到燃烧室里，能够让燃烧室支撑很长一段时间。

疑难排解

如果甲醇一次性全部燃烧喷出请做以下检查：

>> 检查开口的尺寸，确保它的直径精确到1/2英寸。

>> 确保在点火在把喷气罐在冰箱中冷却了两分钟。在我的经验当中，稍稍降低燃料的温度有助于提高喷气罐的性能。

>> 确保罐子里装的燃料是我们推荐的数量和类型。如果你把长火柴放在开口处，但是没有引起燃烧，或者是虽然引燃了，但是脉动非常微弱。

>> 确保甲醇是新鲜的。

>> 把喷气罐放置在冰箱中冷却两分钟。

>> 从喷气罐底部只加入一勺燃料开始，逐渐少量地增加甲醇的量，直到你获得较好的性能为止。

>> 当你把手指从开口处拿走的时候，注意听喷气时发出的“砰”的声音，看看是否有密封泄漏。如果需要的话，重新安装盖子得到较好的密封环境。

>>调整支撑线的位置，重新布置散热器的位置，或者把散热器向罐子底部移动来降低它的高度。

如果罐子裂开了

>> 小心处理掉破碎的罐子，换一个同样尺寸的新瓶子。雷恩斯特燃烧器/脉动式喷射器是非常有效的燃烧器，能非常迅速地从燃料中获取大量的能量。如果你的罐子处理不了这些急剧膨胀产生的热量，它就会爆裂。

资源

《脉动燃烧室：F.H.雷恩斯特收集的工作》，高等教育出版社，1961。

家用脉动喷射器网页和论坛：pulse-jets.com。

莱瑞·科特里尔著的《喷射器下载工具》，一本关于喷射器推动力业余爱好的在线杂志：jetzilla.com。



苏打瓶火箭

史蒂夫·罗德芬克

不需要成为伯特·鲁丹一样的人也可以开始制作自己的火箭！你只需要一些空的苏打瓶和PVC管，即可完成一个高性能的水火箭的制作。

准备：第224页　制作：第225页　使用：第230页

摄影：托弗尔·卢卡斯

选择液体燃料

自从在三年级组装了第一个埃斯蒂斯·阿尔法模型火箭的时候起，我就成了模型火箭的粉丝。对于一个9岁大的模型极客来说，没有什么比发射一个家庭自制火箭来得令人兴奋了。但是发射那些一次性的固体燃料催动的火箭的结果呢，在外套上烧出洞来可能比火箭在空中燃烧来得更快。而且现在随着更大、更高动力的模型火箭的出现，找到一个安全、合适的发射点，需要花费大量精力。

相对应的，你可以用容量为2升的碳酸饮料瓶制作一个廉价的、用可重复使用的水驱动火箭。震动能使火箭飞到令人惊讶的高度。这样，只要付出一些空气和水，你就可以不断发射火箭了。随便找块足球场就可以发射模型火箭不受场地限制，想想这是多么美妙的事呀！

史蒂夫·罗德芬克，西雅图华特迪士尼跨国集团公司的交互式设计师和网页制作人。

降落伞被包在机头里，等待展开。在火箭上升期间，向上的加速度会向上推送火箭，而机头由于风的阻力会继续停留在火箭上。

发射管完全延伸到瓶里，像活塞一样起着推送作用。发射管开始排水和失压之前，火箭会喷出一段距离。该管还作为发射的导轨，保证火箭朝向保持平直。

O形环用于密封，以保持压力。

这个简单的发射机构具有可靠性，它通过用线将固定的别针拉离PVC管的沟槽来启动。

苏打瓶火箭和你的那些小时候的红白塑料火箭玩具的工作原理是一样的。

压缩空气将水通过射出喷嘴排出，产生推力将火箭发射入空。

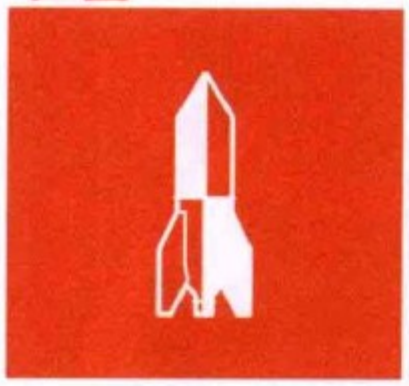
压力测试

两升容量的碳酸饮料瓶能耐受很高的内部压力，因而可以用来做水火箭的材料。



绘图：尼克·苏兹（Dopa.com）

准备



发射器零件

[A] 长4英寸直径1英寸的PVC管（用作发射体）

[B] 长50英寸直径1/2英寸管表号为40的PVC管（用作发射管，图中没有显示）

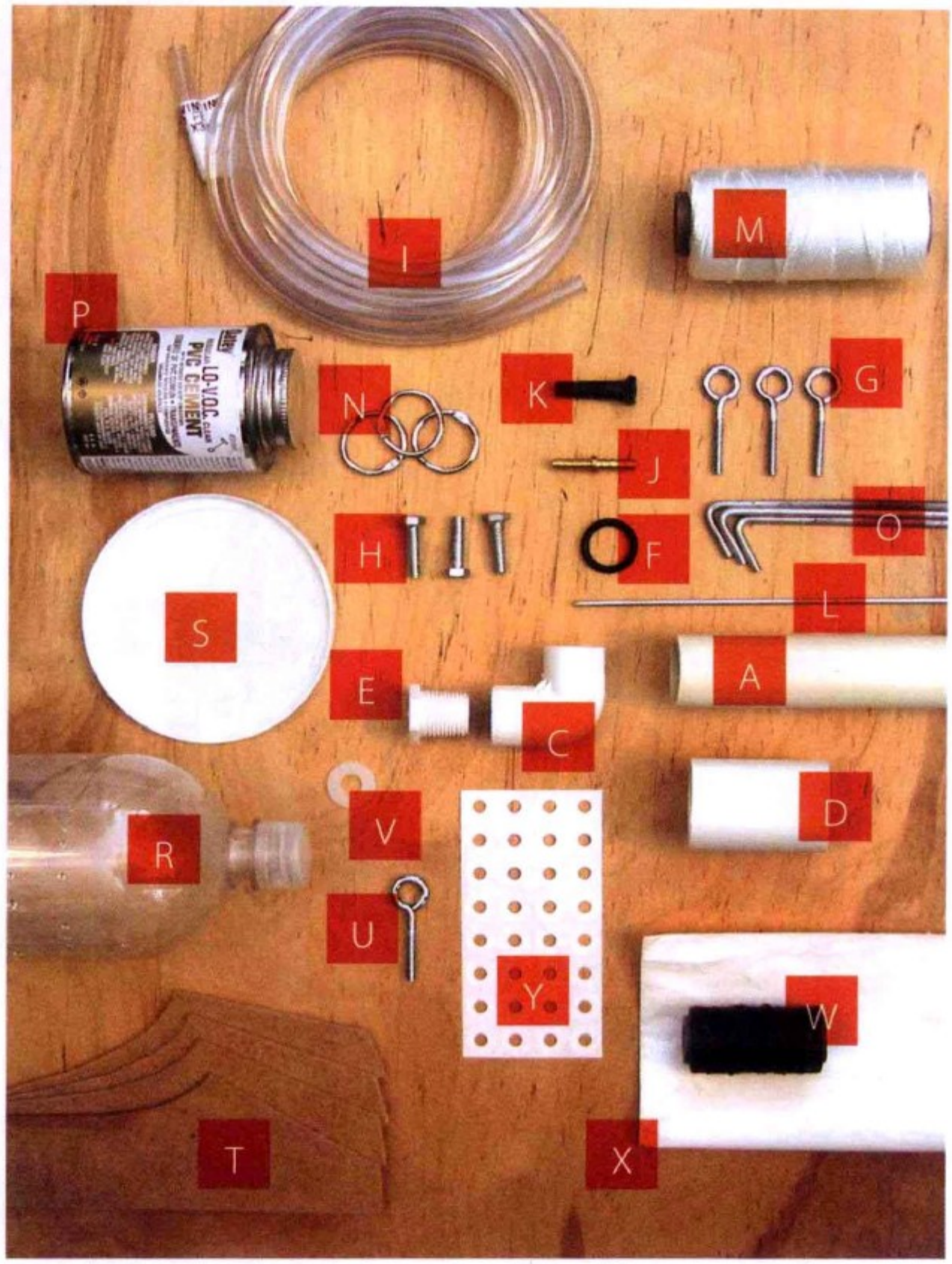
[C] 直径1/2英寸的PVC弯管（用作末端管帽）

[D] 直径1英寸的PVC管连结器（用作发射轴环）

[E] 直径1/2英寸的PVC 插头

[F] 橡皮O形环（外径22mm）
[G] 吊环螺栓（3个）
[H] 六角头螺栓（3个）

[I] 长15英寸外径5/16英寸内径3/16英寸的乙烯软管
[J] 直径3/16英寸的水管倒钩
[K] 轮胎放气阀
[L] 直径1/8英寸的钢琴丝（用作发射弹簧）
[M] 尼龙绳
[N] 小压边圈（用作保持夹）
[O] 搭建帐篷用的小柱杆（用作拉条）
[P] PVC黏接剂
[Q] 带压力计的自行车打气筒（图中没有显示）



火箭零件

[R] 容量为2升碳酸饮料瓶（3个）
[S] 直径4英寸的得力牌杯盖
[T] 翅片材料，如巴尔沙木、薄三合板或聚乳酸结构薄膜。
[U] 直径2英寸的吊环螺栓
[V] 中号的尼龙垫圈

[W] 风筝线

[X]大的垃圾袋（用作做降落伞的材料）

[Y] 带圆孔的加固标签

[Z]快凝环氧基树脂（图中没有显示）

工具

手锯
实用刀
1/8英寸锉刀
钻孔机
锁定钳
120目砂纸
攻螺纹的丝锥和冲模（可选）

摄影：柯克范·罗尔

制作

制作
苏打瓶火箭

开始 >>

时间：一个下午　复杂程度：低

1. 制作发射管

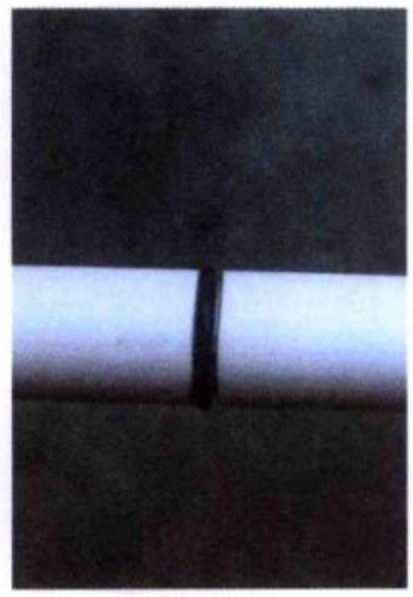
1a.切发射管

用手锯将直径为0.5英寸的PVC管切至指定长度。对于大多数成年人来说，以站立视角来说，制作火箭的管的适宜长度是50英寸。用直径0.5英寸管表号40的PVC管就能和标准的2公升苏打瓶颈很好地契合了。

1b. 做O形环

将发射管完全插入汽水瓶中，以确定O形环的位置。将O形环的位置大致定在瓶颈的中央，再用锉刀的边切出一个放O形环的槽。在切的时候旋转发射管以保证有均匀的深度，但要小心不要切得太深。然后在发射管上滑动O形环，将其放入沟槽中。





2. 制作发射结构

2a. 装配发射体

切出一段长4英寸直径1英寸的PVC管，将其压入直径1英寸的管连结器中。用120目的砂纸将所有的PVC管的切口处理平直，并清理切口毛刺。



摄影：史蒂夫·罗德芬克

2b. 切发射弹簧沟槽

将瓶子的颈端插入发射装配体，确定好从瓶的颈部凸缘到瓶底的距离。在直径1英寸的管连结器上标记出凸缘的位置，用手锯在管子两边切出3/16英寸长的沟槽。这些沟槽将用作固定保持器/发射器的弹簧。



2c. 安装螺栓

钻出3个空间均布的孔，从发射圈贯穿到发射体，将3颗吊环螺栓旋入这些孔中。同样地，在发射体管道低点的位置钻3个孔，安装3个六角头螺栓。

可选项：在这些孔里用丝锥攻螺纹，以便安装吊环螺栓/六角头螺栓。如果不想攻螺纹，将孔钻得比定好的尺寸小一点，这样螺栓插入PVC管就会紧固得很好。还要注意不要磨损这些孔。



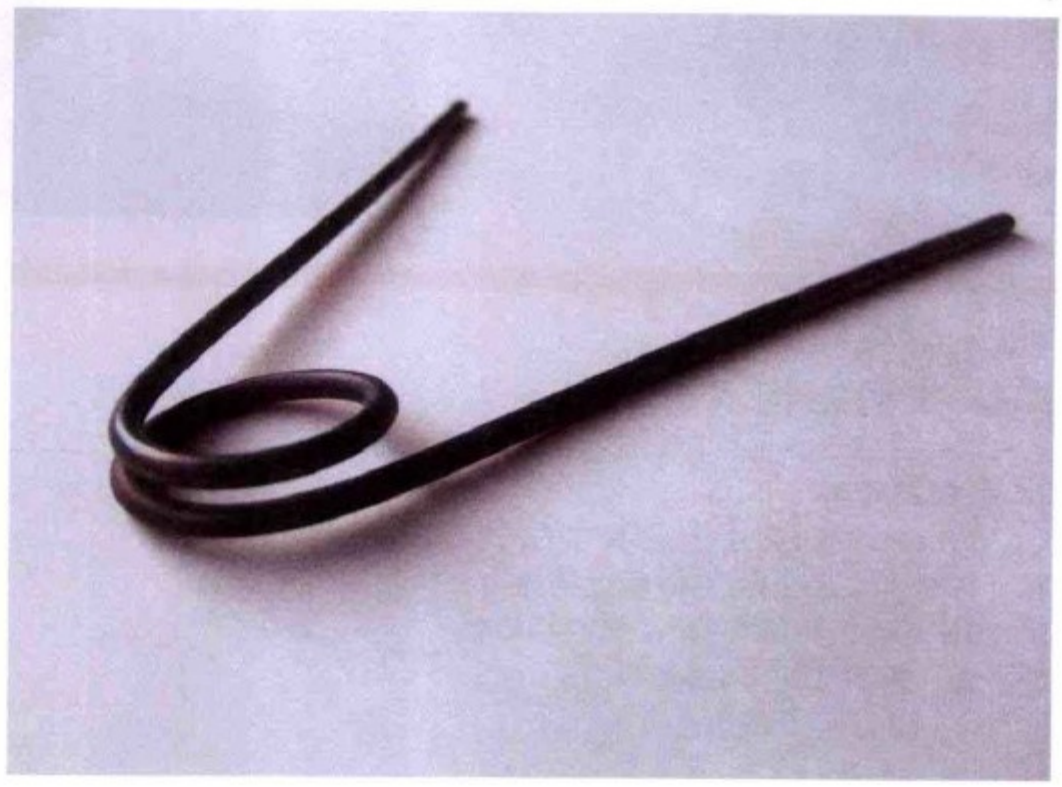


2d. 制作保持器/发射弹簧

用老虎钳夹住，将一根直径1/8英寸的钢琴丝在报废的直径1/2英寸的管上弯一圈半，做好的弹簧应该大致是V形的。

在直径1/2英寸废管料上钻两孔，作为保持器弹簧的夹子。将压紧的弹簧末端插入两孔，这样可以使弹簧在瓶颈凸缘上闭合，将瓶保持在定好的位置。

把长15英尺的启动线系在夹子上，发射的时候，只要用线将夹子拉掉，弹簧就会张开，使火箭发射出去。



3. 制作排气管

3a. 钻孔

在直径1/2英寸的螺纹端盖中心钻一个直径3/16英寸的孔，并将直径3/16英寸的装配倒钩压入孔中。





3b. 将端盖旋入弯管中，并用板手拧紧

用PVC黏接剂，将弯管和发射管的下部末端用溶剂焊接方法焊在一起。端盖螺纹直径是逐渐减少的，所以应该用不着特氟龙胶带或者黏合剂。

3c. 剥掉橡胶

用实用刀，把轮胎汽门嘴上的离末端一英寸距离内的橡胶都剥掉。将轮胎阀嘴插入直径3/16英寸的软管的一端。



可选项：你可以在阀杆上光滑的一端用冲模切螺纹，然后将杆拧入管中。

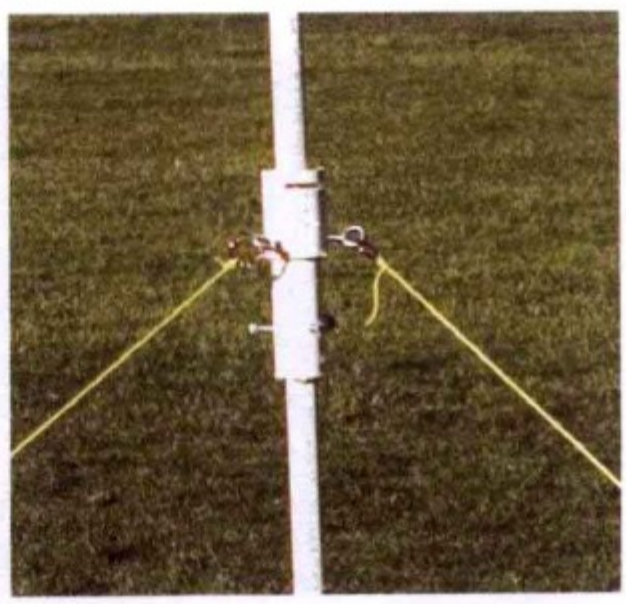
3d. 将排气软管的另一端压到装配倒钩上。



4. 准备和测试发射器

4a. 固定拉线。

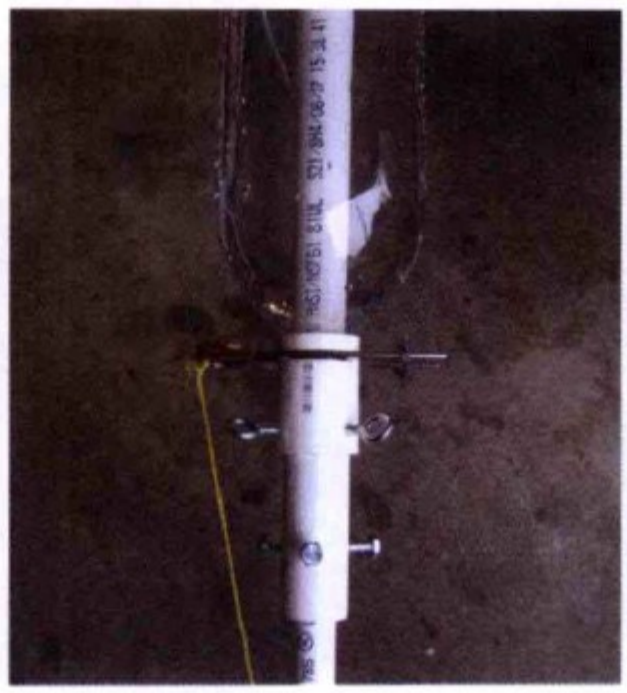
用3根由长72英寸的轻质尼龙绳组成的拉线，将发射器连到地面上。线的一端固定到地面，另一端系到发射器上的吊环螺栓上。



摄影：托弗尔·卢卡斯

4b. 发射器压力测试。

安装的时候正好可以查看火箭的所有连接是否密闭。在瓶中装满水（这样即使这次压力测试失败了，瓶子也不会爆炸）。迅速翻转瓶口，并将瓶子滑下套在发射器上。在瓶颈处加些凡士林可以将瓶子和O形环之间密封起来。紧压发射弹簧使其进入发射轴环上的沟槽中，调整好弹簧位置。用自行车打气筒将系统压力加到70磅/平方英寸。如果压力保持稳定，说明系统都没有问题。否则，再次固定所有连接处，重新测试。





5. 组装火箭

水火箭的设计有很多，从简单的到复杂的（如带有火箭开伞回收机构和机载摄像机构的）。而我们所设计的系统是一个带有木质的鳍片和降落伞回收机构的瓶。开伞采用的是机头的锥体在最高点脱离火箭体的方法。

5a. 黏接。

从轻而硬的材料上，如巴尔沙木、薄三合板或聚乳酸结构薄膜，切下3～4片像鳍片一样的薄板。用砂纸将瓶上要连接鳍片的位置打磨得粗糙一些，然后用环氧基树脂或聚氨酯黏结剂，像PI Premium，将鳍片黏到瓶子上。用砂纸将主要的边缘磨光滑。



小贴士：将鳍片在火箭纵向轴线上偏转一个微小的角度黏接在火箭上，可以让火箭螺旋上升，从而增加飞行的稳定性。

5b. 切掉。

另找一个瓶子，切掉它的颈部和底端，这样就做好机头部分了。从第三个瓶子上切下直径为6英寸的圆材料，沿着半径方向切开，将圆卷成锥体的形状，黏在机头部分的上面。





5c. 装配机头圆锥体。

等黏结剂干了之后，将火箭机头翻转，用环氧树脂将直径2英寸的吊环螺栓黏接到机头锥体的尖端上。这个吊环可以为降落伞弹性绑带提供固定的位置，同时为机头部分增加质量，这将有助于在火箭减速时拉掉机头，从而打开降落伞。



5d. 制作机头挡圈。

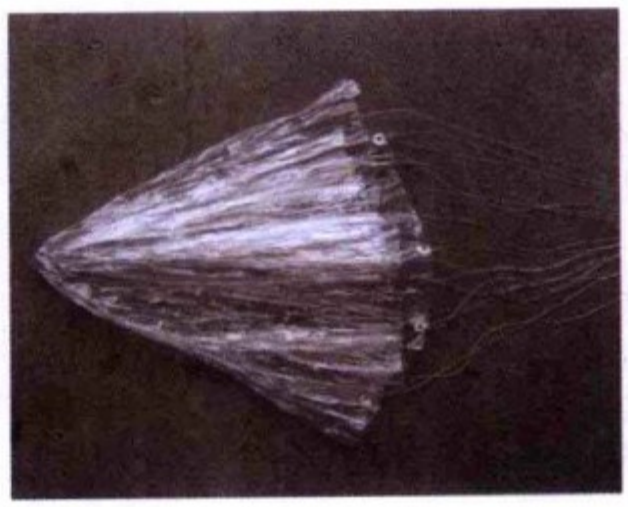
将直径4英寸的得力牌杯盖中间部分切除，只留下外缘。将外缘黏到火箭上较低位的“动力”部分，让机头保持直立。这个“机头挡圈”将可以防止机头由于发射的压力被堵塞得太紧，这样在火箭下降时，可保证机头会脱开并打开降落伞。



5e. 制作降落伞伞衣。

用废弃罐头衬套上切下直径36英寸这样大的圆切片，来制作降落伞伞衣。要想效果最好的话，可以用12根或更多根数的用风筝线做的绳来制作吊索。将纸质压力标签贴在伞的两边要连接吊索的位置上，防止降落伞被撕破。把吊索的松开的一端系在尼龙垫圈或环上，这样易于控制降落伞。

小贴士：理想情况下，降落伞的吊索长度应该比伞衣的直径更加大一点。

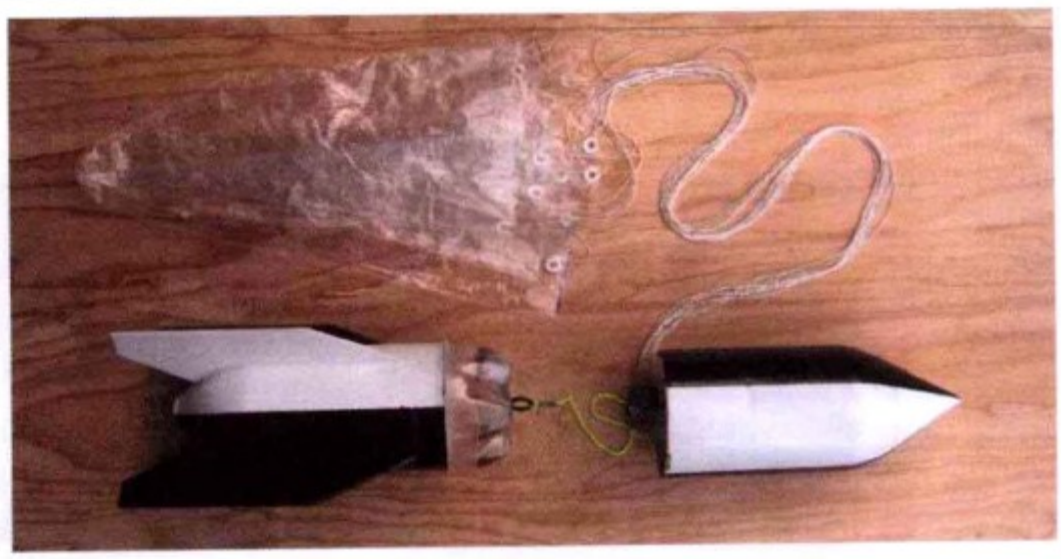




5f. 固定。

用环氧树脂把降落伞的固定环黏接到火箭基体的顶端，并用短绳将降落伞绑在环上。剪出一段4英寸长的连接用绳，把机头锥体上的吊环螺栓和降落伞固定环连接起来。在下降的时候，这段连接绳就可以让火箭的两部分保持相连。

小贴士：一定要确保连接绳足够长，能够让降落伞完整的从机头锥体里拉出。



使用



三，二，一，发射！

安全

水火箭会产生相当大的推力，而突然得到很大的推力可能会导致急剧的伤害。采用发射并预防措施即可解决这个问题。确保在场的每个人都清楚你要发射火箭。发射之前，做一个口头的倒数计时，或者大喊一些警告语。

选择位置

一个制作精良的单级水火箭能够飞到空中几百英尺高，下降时可降落至相当远的位置。制作稍差的火箭可能会飞到离发射点几百英尺的地方。不管怎么样，你需要选择一个开阔的发射点，足够让火箭飘远而不会掉在树上或者是某个狗屋上。

对于我们中的大多数人来说，大的运动场所是逻辑上的好选择，但是如果你是在乡村的话，任何开阔的地方都可作为发射火箭的区域。当你决定在发射场所的哪边发射的时候，一定要将风向因素考虑在内。

操作

1. 把3根支撑拉线与发射器的吊环螺栓连接以安装发射器。

拉紧拉线，将线的另一端固定到地面上，保证3根线空间均匀分布。展开空气软管，将其卷到其中一根帐篷柱杆的倒钩上，防止软管卷成圈状。然后将自行车打气筒接到空气软管上。

2. 打包降落伞。

用你的拇指和食指捏住降落伞伞衣的中心，让伞垂下。手指并拢拉紧伞衣使其收拢，然后将伞衣折叠成Z字形的三段。将降落伞吊索平铺在地面上，以手风琴式折纸法将其折叠起来。不要让吊索缠绕在伞衣上。轻轻地将降落伞放入机头部分，然后把火箭的两部分合在一起。

小贴士：在机头内部，挨着内壁放置些羊皮纸或用特氟龙烘制的薄纸衬套，有助于降落伞缓缓展开。在机头内轻轻地拍些滑石粉，同样可以防止降落伞被堵住。

3. 装配和安装火箭。

抵住机头，翻转火箭，加入1/3的水。在发射管O形环和瓶嘴内部加些凡士林，这样有助






于瓶嘴滑到O形环处。握住火箭的嘴，插入发射管。轻轻地把火箭支起，将其滑入到发射管上，有必要的话还要前后拧动，以确保O形环的密封性。



4. 压紧发射弹簧，使其进入到发射轴环的沟槽中，用以固定瓶子边缘的位置。

在弹簧的两端装上弹簧固定夹，然后小心地将拉线牵到你的“地面可控”区域。

小贴士：用些细绳把发射弹簧绑在发射器上，免得它飞到地上，弄得每次你要发射火箭的时候都找不到。

5. 发射！

用自行车打气筒将压力加至70磅/平方英寸。你准备好了之后，清场，倒数至零，拉动拉线，松开弹簧，释放火箭。

如果一切是按照计划进行的，那么你的火箭就会发射出去，在半秒内释放掉它的全部燃料负载。然后它会开始减速，机头准备分离。当火箭到达最高点的时候，火箭两部分就会分开，打开回收降落伞，伴随着聚在一起的人们的欢呼，将飞行器缓缓地带回地面。

不断采用不同数量的水和空气压力做发射实验，直到你找到能将你火箭发射到最高为止。加压不要超过你的瓶子的设计耐压。70磅/平方英寸的压力对于一个标准的2公升的苏打瓶来说应该是恰好合适的。

火箭达人

到网站makezine.com/05/rocket上观看作者史蒂夫·罗德芬克和他4岁大的儿子伊凡发射他们的水火箭的视频。



高级开发

一旦你尝试到了做基础水火箭的乐趣，你会不可避免地想提高和改善火箭的设计。如果你想要你的火箭飞得更高，你能做的最大的改进就是增加火箭“动力”。这通常是通过将两个或更多个的瓶子拼接或连结到单个压力管上实现的。和更多制作精良的降落伞展开机构一样，也有一些不同的制作多级火箭的方法。

在网上有丰富的关于水火箭的信息。下面是一些资源，你可以先从这些地方找找看。

反重力研究公司-制作水火箭的零件：antigravityresearch.com

水火箭链接：ourworld.compuserve.com/homepages/pagrosse/h2orocketlinksi.htm

这个项目的发射器（马丁内发射器）的设计原理：martinet.nl/wp-site/water-rockets





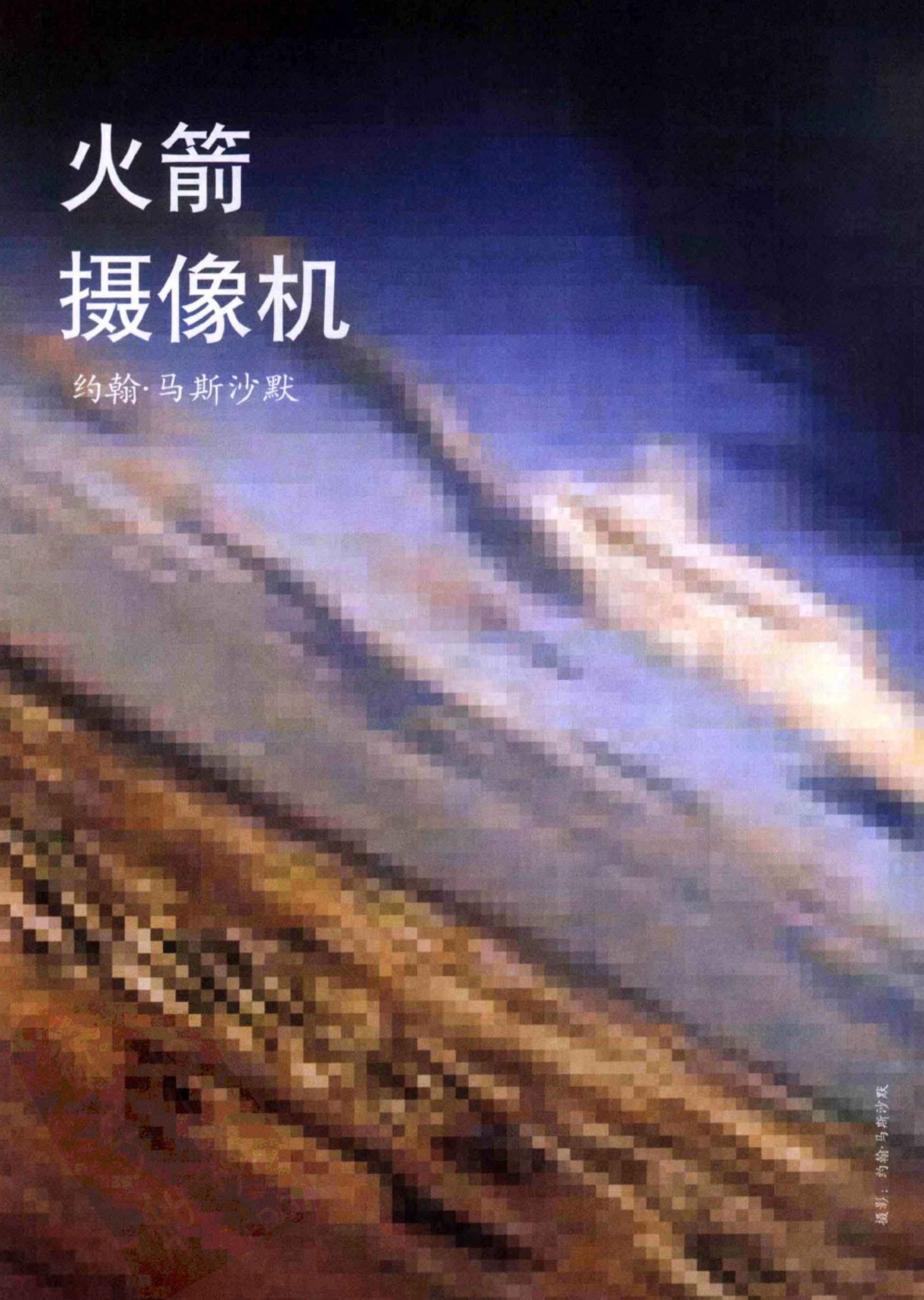




摄影：托弗尔·卢卡斯

火箭摄像机

约翰·马斯沙默



居高临下

找一台30美元的一次性摄像机，将它改装使之可以重复使用，然后把它附在一支火箭模型上，它就可以从宇航员的视角拍摄到震撼人心的连续画面，人们可以看到周围的一切迅速进入视野，又在瞬间如烟消云散般淡出。

你可以利用周末的时间来制作这个项目，结果会让你喜出望外的。该创意可追溯到1929年，当时罗伯特·戈达德在火箭上搭载了首款科研用有效负荷：一个静态照相机和气压计。在太空军备竞赛最流行的时候，火箭模型提供厂商埃斯特提供小型速8电影工具箱，它可录制约10秒的火箭视角画面。今天，埃斯特销售可搭载型DV摄像机，名叫“神使”，但它需要花费120美元且其图片质量很差。

我们将会用成本仅有30美元效果却好得多的全新便携式摄像机，其存储足够好几次飞行之用。它本来设计得只能使用一次，但我们将使它可重复使用。

注意：单纯的数字技术已经把后来版本的一些固件改变了，这也许会使你的图像无法下载。想获得当前硬件可更改性，请登录论坛camerahacking.com，或点击其他地址makezine.com/07/camerarocket。

准备：第235页 **制作：**第236页 **使用：**第243页

约翰·马斯沙默对3种可随意拆解的照相机全部进行了逆向设计，并找出将它们与计算机相连接的途径。虽然严格地说他并不是一位火箭科学家，但他却已设计过卫星的硬件和软件。

火箭摄像机

CVS便携式摄像机的价格只有30美元，非常便宜且很轻，经过一定修改之后足以搭载在火箭模型上。

4根USB导线与主板边缘上的4个接线头相连，使得该摄像机具备USB接口。

这款摄像机呈圆锥形，镜头安在侧边的窥视孔。在火箭上升的过程中，一只备用后视镜可将下方的图像反射至镜头。

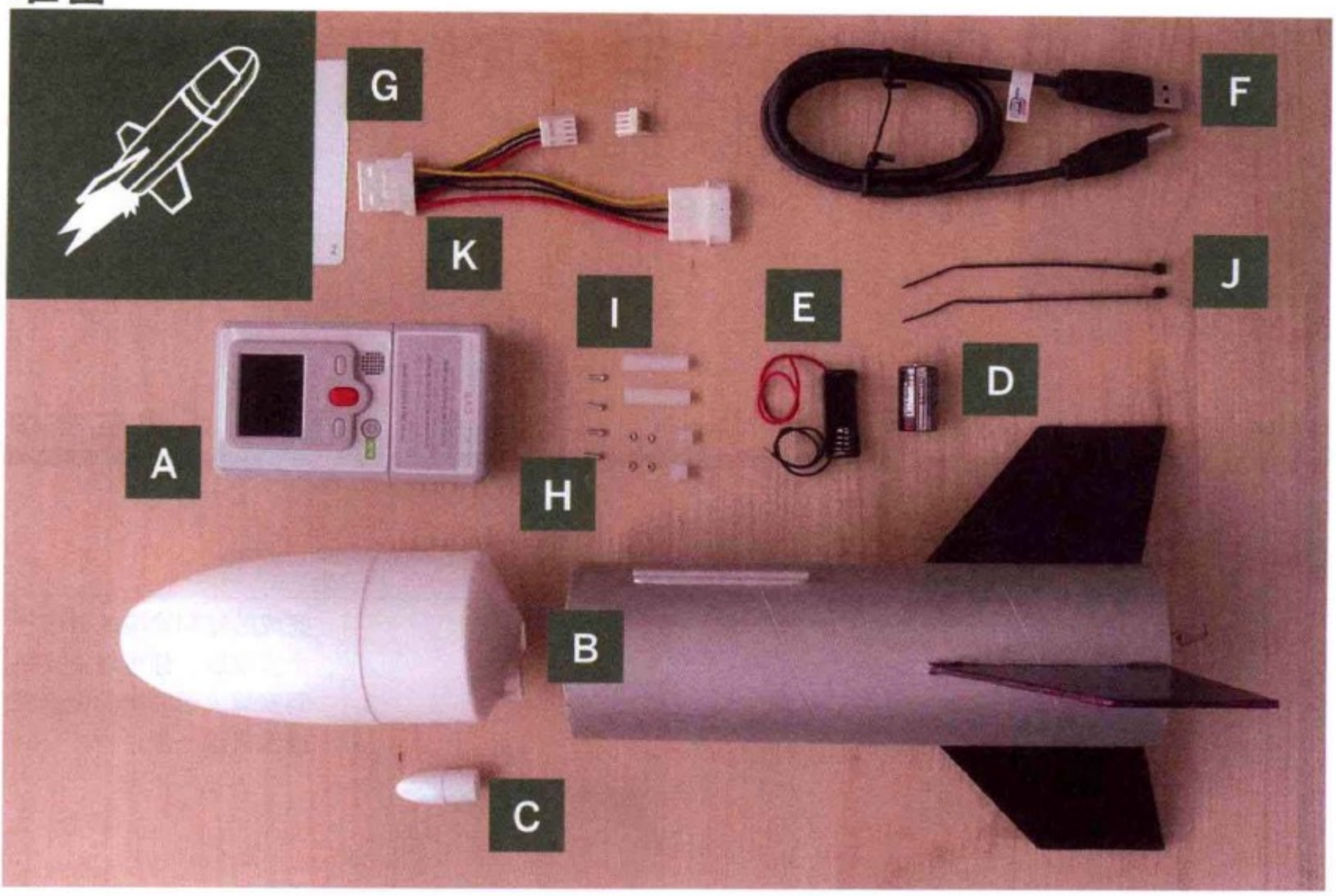
通过拆解该摄像机和替换一只CR2锂电池，我们将其总重量从94g减少到32g：21g是摄像机必要部件的重量，另外11g是电池的重量。

可登录camerahacking.com下载软件，它可使计算机通过USB接口复制摄像机里的视频。你甚至可以上传修改后的固件，使摄像机的分辨率从320×240提高至640×480，提高了4倍。

一台C尺寸的发动机能轻易地以13g的加速度为火箭加速。更大一些的火箭及硬着陆能产生更大的加速度。相对而言，宇宙飞船最大的加速度只有3g——这是由于受宇航员生理承受极限的限制。

绘图：蒂米·库森达

准备



材料

[A]CVS一次性摄像机CVS杂货店卖30美元。Rite Aid也出售类似照相机；兼容驱动器登录camerahacking.com查找。Target还带有可重复使用的点拍摄像机（无需改装），但成本为130美元。

[B]火箭模型工具箱 火箭主体管的直径必须至少为$2^1/_2$英寸。同时，检查埃斯特（Estes）发动机表（见资料来源）确保发动机能承载41g额外重量。推荐的两个火箭模型为“胖男孩（Fat Boy）”和“加拿大之箭（Canadian Arrow）”，两者都是埃斯特（Estes）的产品。

[C]小型火箭前锥体（备选）埃斯特（Estes）成批销售备用前锥体。

[D]小型3伏特锂电池，比如CR2。

[E]电池固定器 你可以制作一个“N”字形固定器来固定CR2。

[F]USB数据线

[G]信用卡塑料 一张旧信用卡或礼品卡或来自垃圾信件的假卡。

[H]小型机器螺栓螺母（4个）1号或M1.8。

[I]足以容下螺母的尼龙支座（4个）可以的话也可用能穿过螺栓的支座。

[J]小型塑料导线扎带（2个）。

[K]一对轻质四脚自由悬挂电源接线头 我使用旧磁盘里的一对接线头。

细线

小些的外反光镜（备选）你可以在视觉大师玩具（View-Master，5美元）里找到一个理想的，但要确保它像双目镜那样。

封口胶带

发动机和点火器 对于“胖男孩（Fat Boy）”火箭来说，你需要将其升级为C11或D尺寸的发动机并用一个更大的发动机底座。“加拿大之箭（Canadian Arrow）”的标准D或E发动机在整体配置上有足够动力。

发射控制器 比如埃斯特（Estes）的E控制器（30英尺导线）或电子束控制器（17英尺导线）。

降落伞恢复填充物 隔热纸可防止降落伞熔化。

火箭发射台（直立、防爆屏蔽和导杆）也从埃斯特（Estes）买到。

工具

Windows XP 计算机

小型菲利浦螺钉刀

锁眼锯或钢锯

美工刀和剪子

焊接设备

钢丝剪和剥线器

聚氨酯胶，比如埃尔默的ProBond胶水或大猩猩胶水 这种胶水很硬且以能起泡填充裂隙

C夹钳（2个）

老虎钳 在切割或锯断时有助于握紧部件

制作

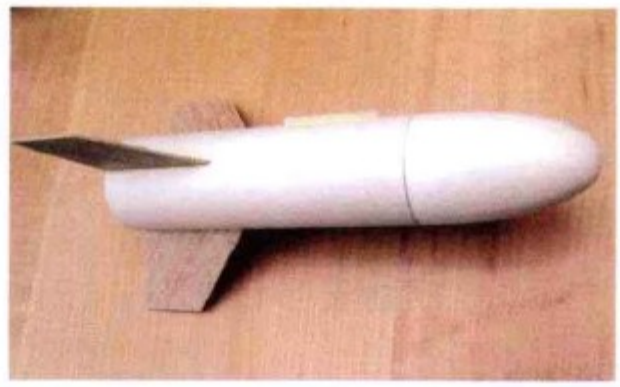


制作属于自己的火箭摄像机

开始 >>> 时间：一个周末　复杂性：中级至简单

1. 制作火箭主体

1a. 根据指导说明书组装火箭模型工具箱。

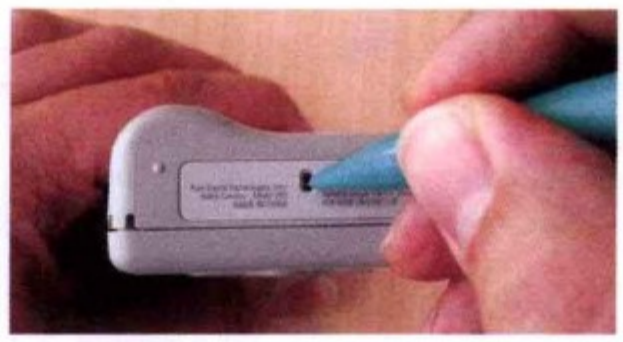


完成胶粘和涂染的其中一个步骤后，你可以直接跳到安装火箭前端的便携式摄像机这一步。

2. 拆开并卸下便携式摄像机

尽管CVS便携式摄像机已经很小，但把它装在多数火箭模型里仍然很重。把不必要的一切都拿掉，我们可以把它的重量从140g减少到21g（不含电池）。

2a. 用带尖的东西插入位于底部的小孔中，同时将电池后壳向外滑动，这样就可以移除便携式摄像机的电池后壳。





2b. 解开灰色的电池夹，并把它去掉。



2c. 揭开粘在后壳上的标签，用菲利浦螺钉刀拧开分布在各个角上的4支螺栓。

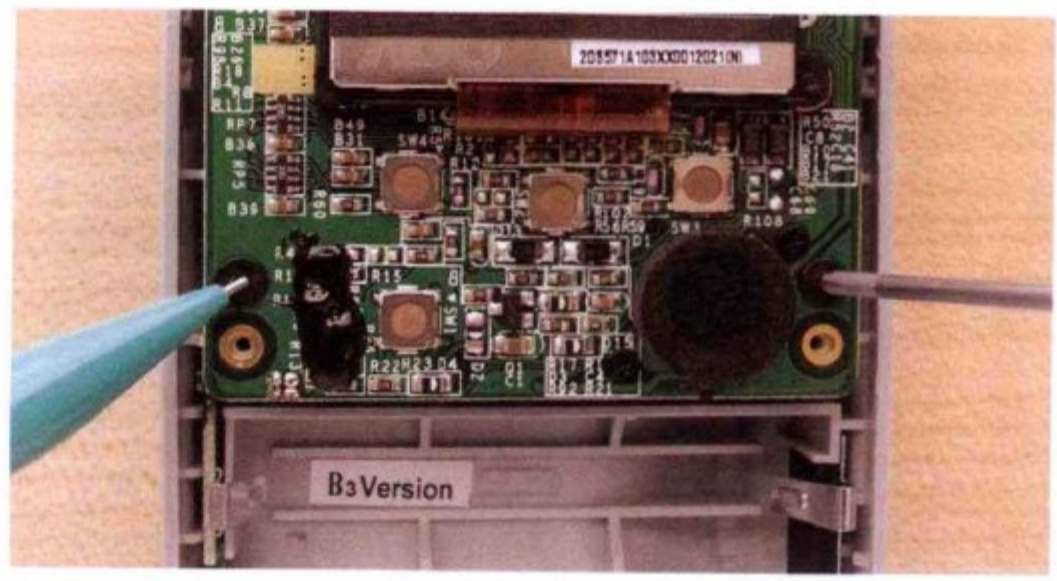


2d. 分开外壳。里面就是主电路板。





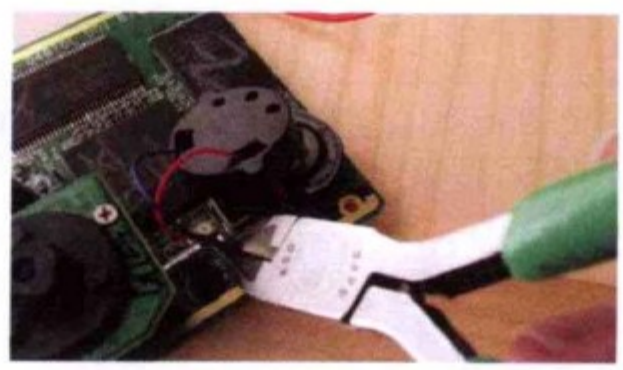
2e. 拧开图中所示位置的2只螺栓，卸下电路板。



2f. 找到四脚连接口，就是它将电路板与电池相连接的。把电路板直接往上拔即可卸下。



2g. 可选：扬声器封在一只抗震的橡胶盒里，橡胶盒粘在电路板上，将扬声器移除。一拔就可以卸下来了。将电线剪断或脱焊即可。

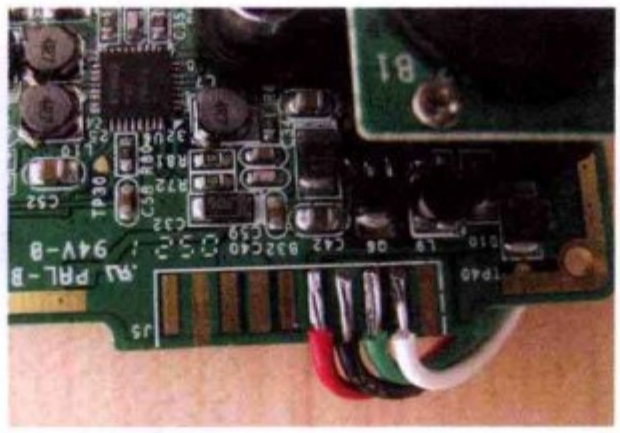


把扬声器卸下可减轻2g的重量，也许看起来不起眼，但每一点点的重量对于小小的火箭模型来说都意义重大。尽管如此，将话筒保留着，以便录制火箭起飞时的呼啸声。

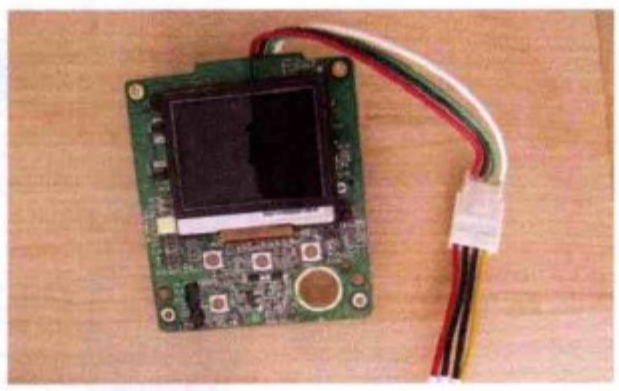
3. 装配摄像机接口

摄像机用USB连接计算机，但它所用的不是标准USB端口，它有自己的边缘插接连接器，我们要处理的就是这个了。我们用两根USB线减轻飞行重量，短的一根将摄像机与轻质连接器相连，长一点的第二根线将轻质连接器与你个人计算机上的USB商品相连。

3a. 将USB线切开并剥下一小段。依次将红、黑、绿和白色线头焊接到主板边缘接线器上的6～9触点（如果稍后计算机显示有问题，你的电线可能不是标准的色标编码，你应该试着交换一下绿色和白色的线头）。



3b. 将4根线头焊接或紧缚到接线器对中的其中一个上，将另一个接线器焊接或紧缚到USB线的计算机端，保持电线按排列顺序。



我的接线器并没有设计成可以经常拆解的类型，但将锁紧调整片刮下来会使它们更不容易连接。

3c. 将USB线插入计算机。Windows XP应该会将其作为“陌生设备”识别并且推荐你去安装驱动器。因为并不存在驱动器，因此点击“取消”。

如果计算机给出错误信息提示且不能将摄像机作为“陌生设备”识别，交换绿色和白色的USB连接器。

3d. 浏览camerahacking.com。在“CVS一次性使用摄像机”下，点击“常提及问题及链接”，选择一些最新驱动软件。其他如Carpespasm、BillW以及Corscaria等都有一些很好的软件（我写了一本《媒体辅助识别下载》，它对旧版本的摄像机3.40作了介绍）。按说明书安装。



3e. 拍摄一段视频以对它进行测试。它应该是XVID 1.0格式，320×240分辨率，30帧/秒。如果已经可以从摄像机上下载视频，你也许需要安装一个视频编码解码器以便重复播放；我推荐来自mplayerhq.com的Mplayer。

4. 将摄像机固定在火箭前端

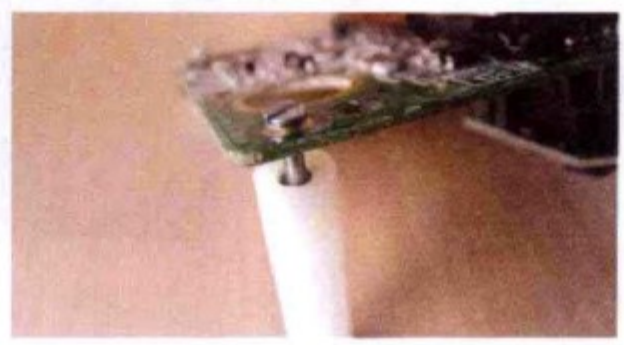
现在我们将把摄像机安装到火箭前端上去。这是火箭最脆弱的地方，在其前面加载重量将有助于增加火箭在飞行过程的平稳性。固定摄像机的方式有许多种，因此在发射的时候不会掉落出来，包括泡沫聚苯乙烯和胶水，但这种方法是可逆的，因此我更喜欢用这种方法。

4a. 在火箭的前锥体上切一个舱口以便将摄像机放到里面去。我将一张3英寸 × $2^3/_4$英寸的纸张作为模板卷在圆锥体上。我们还要把舱口还原，因此即使是不必要的部分也不要切掉。



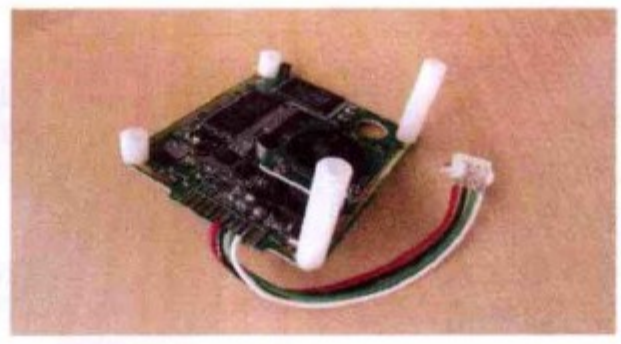
舱口应该足够大以便处理摄像机。不要切至圆锥体的底部；在底部套一个环以保持它不变形。如果你弄糟了，可以买一个替换圆锥体。

4b. 将M1.8的螺栓粘到没有螺纹的支座中来制作4个有螺纹的支座（电路板的固定孔太小，我没能找到一款适合它的有螺纹的尼龙支座）。将支座拧到主板上。



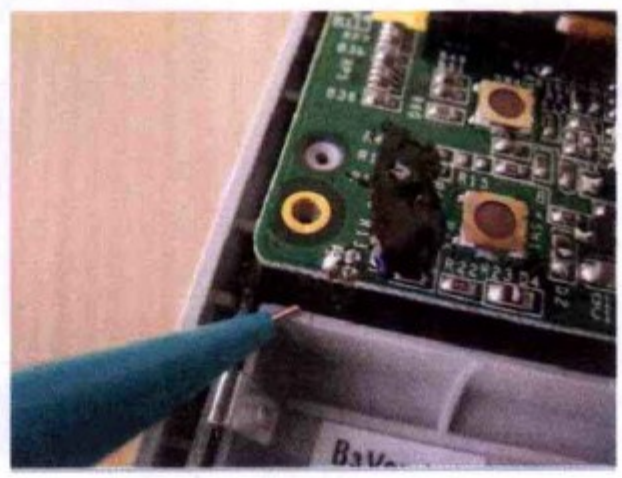
在每个支座的内侧刻划几下以使胶水附着。在拧入螺栓之前要确保胶水已凝固。

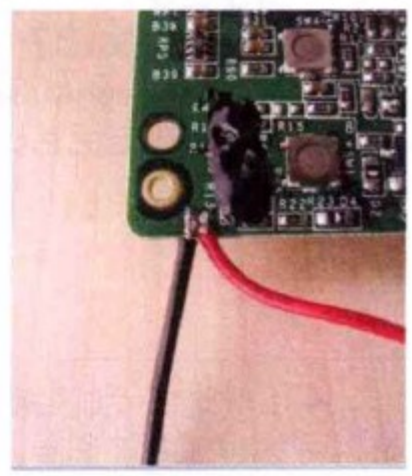
4c. 切割支座以使它们适合圆锥体的曲线形状。先把其中一端的两个支座切短。用火箭的箭身来标记它们，要切得很精准，能以一定角度正好装入火箭的圆锥体内。



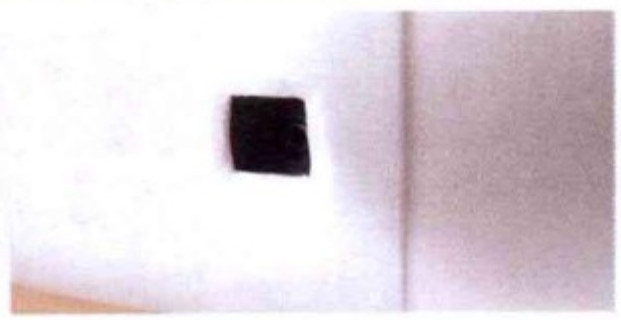


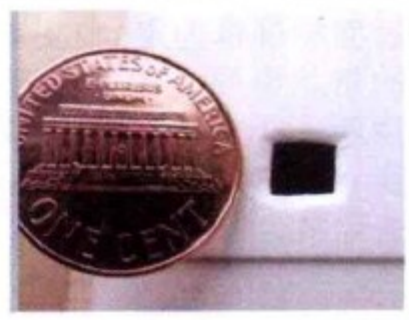
4d. 将电池舱的负极导线（黑色）焊接到位于开关按钮附近最靠近左下角的两根引脚上。焊接正极导线（红色）使它将位于隐式芯片斑点附近相邻的2支引脚连接起来。如果你用N规格的电池固定夹来固定CR2电池，将电源夹的一边去掉以使电池能安装进去。CR2电池的长度与Ns电池差不多，但要更宽一些。



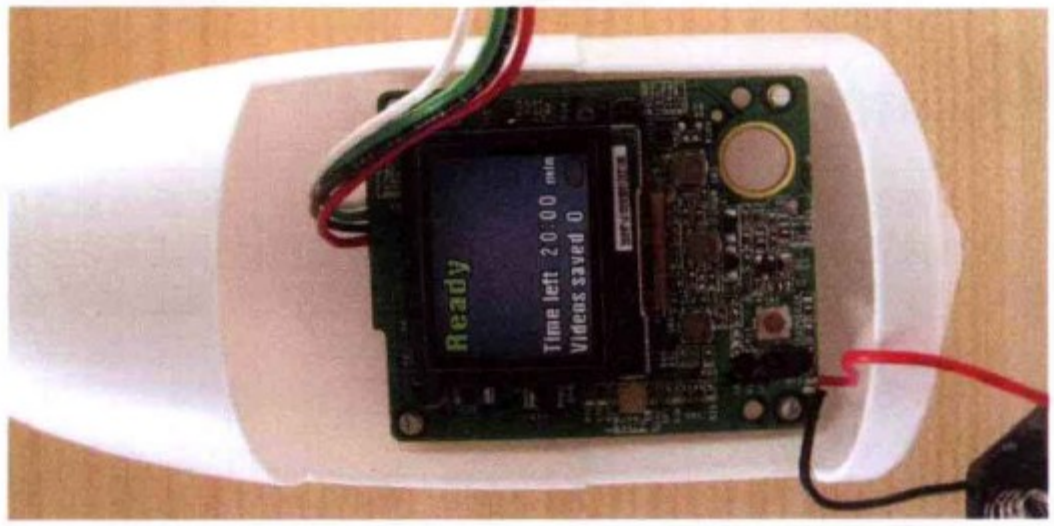


4e. 在火箭圆锥体的一侧挖一个窥视孔并用摄像机的取景器来测试它。你把镜头安装得离这个窥视孔越近，窥视孔就可以做得越小。但先不用担心尺寸问题——当摄像机被粘定的时候，你可以再将其扩大。





4f. 要核实所有部件都能被恰当安装，摄像机的镜头要与窥视孔在一条直线上，后面还将安装电池固定夹，因此要有足够的导线连接到它。在支座粘在前锥体内侧的地方作标记，并将标记的地方磨粗糙。我用一把刀子切割出阴影图案。



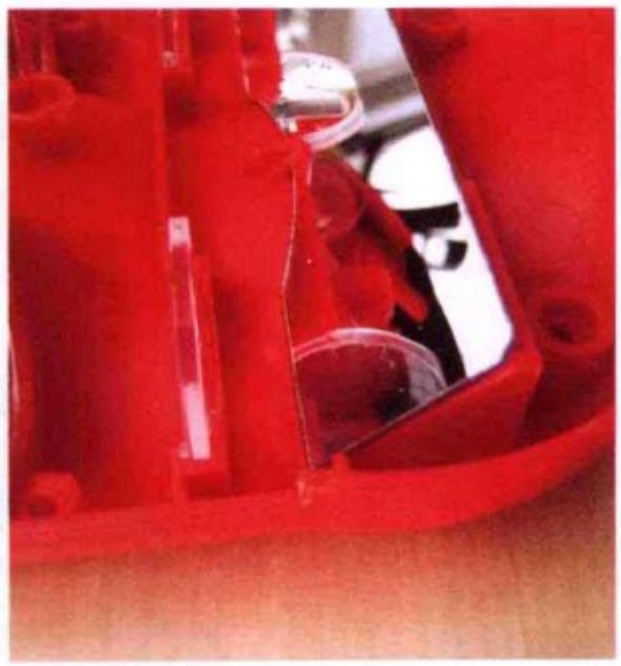
4g. 将支座粘住并再次检验摄像机是否仍然能从窥视孔看到外面的情况。当胶水起泡沫的时候，用C形夹钳把主板固定在恰当的位置。要让胶水完全凝固。聚氨酯需要一定温度才能凝固，因此我在圆锥体内放了一小张浸湿的纸。





4h. 在第一次用胶水粘完之后，再加入更多的胶水以将支座固定住。

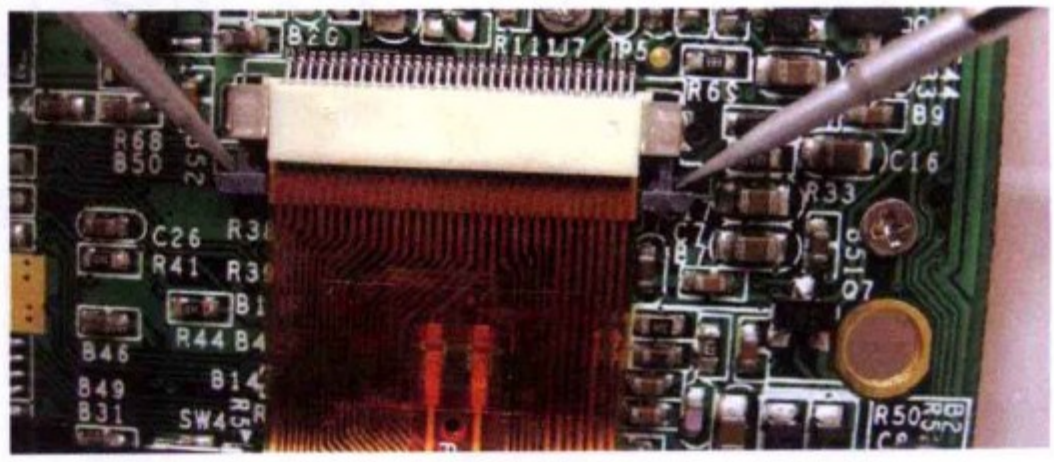
4i. 备选：当火箭起飞的时候如果你想一览大地的风貌，可将一个小圆锥体附加到窥视孔前面，小圆锥体上安一块后视镜。这将会使火箭的主体出现在图片的上方。如果你想让火箭主体出现在图片下方，你可以把摄像机颠倒过来安装，或稍后校正视频参数。用切线剪按量好的尺寸切下一块视觉大师（View-Master）的塑料镜子。当胶水固定之后，用刀具和锉对其周围进行修剪。





视觉大师（以及SLR摄像机）用前端界面镜片，因此涂层在塑料（或玻璃）的前面。这样可防止图像模糊，但闪光的涂层很容易被刮掉。

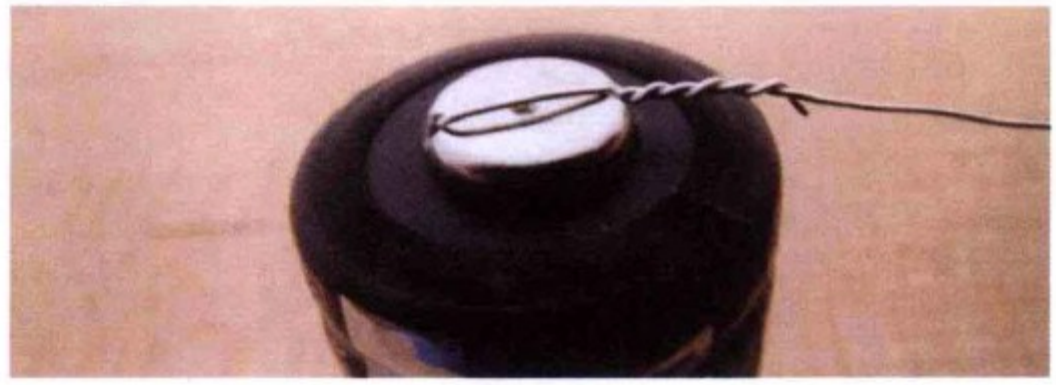
4j. 备选：为了减少更多的重量，可去掉LCD取景器。从火箭前锥体内取出摄像机的电路板，拧开在后面将屏幕固定的2支螺栓。将屏幕的带状电缆上的灰色塑料揭下（我用两支小的螺钉刀来辅助我完成这步），将其拉开以使屏幕和电缆失去连接。



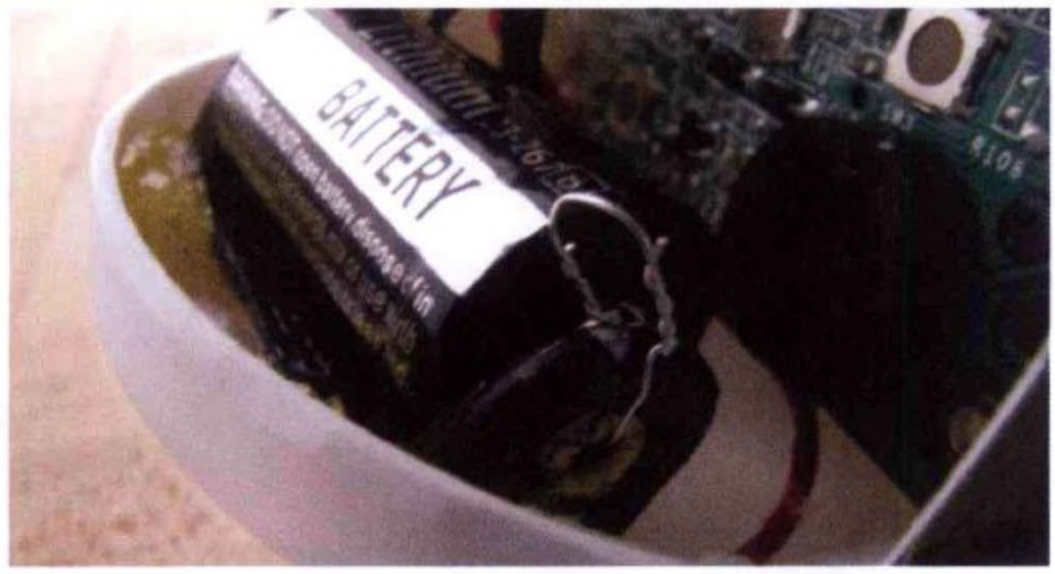
5. 安装电池

电池固定夹在正极的一端没有弹簧，因此着陆时一记重重的摔打会把电池摔出来，阻断电流。如果这些在你按下停止摄像的按钮之前发生，你可能会将你摄像机的芯片当作垃圾处理掉并丢失全部录像，甚至认为摄像机不能工作。为了防止这些情况的发生，我用导线将电池的正极与电池固定夹的正极连到一起。这样的话，即便电池受震动变松动，导线仍然保持着它与电池固定夹之间的电流连接。

5a. 在电池正极上的通气孔中穿过细铁丝。如果没有足够细的铁丝，可用一束导线中的几条细缕来做。



5b. 把电池放入电池固定夹当中，并将导线与电池固定夹的正极相连。把电池固定夹粘到前锥体的底部，在舱口下方。



5c. 在圆锥体底部切两个孔，用一根线绑紧电池并穿过这两个孔系紧，这样就可以固定住电池了。因为电池的安装方向是针对火箭飞行方向而设定，因此线圈可以吸收多数振荡。

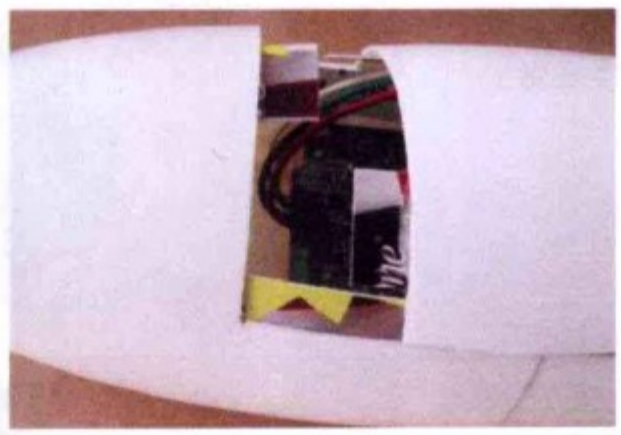


6. 完成前锥体

6a. 参照摄像机原始的布局，在电源和录制按钮上贴上标签以便更容易地使用。



6b. 加几张标签使火箭舱更安全地封上。沿着火箭舱内侧粘两张细点儿的信用卡塑料材质细条。在火箭舱自身的前面粘两张更小一些的细条，在前锥体内粘第三张更小的，以正好夹在中间。当这一切搞定之后，舱应该与前锥体平齐。



请确保你在底部对火箭舱进行了加固，为了使其稳定在火箭内。也要对其前缘进行加固，因为它承受了大部分重量。

6c. 将前锥体底部上的所有孔洞用信用卡塑料粘结堵住。



在火箭飞行线的顶点上，来自火箭发动机的些许爆炸性火花将前端外壳脱去并展开降落伞。前锥体底部上的孔会导致气压泄漏从而无法脱去外壳，这将会使你的火箭撞击到地面上！

完成

现在就去试试它吧！

火箭的稳定性

你有没有想过，为什么火箭的翼突出来并且一直延伸到尾部呢？答案就是稳定性，如果你正在修改火箭工具箱，这一点也是你必须要了解的。

两个想象中的点决定了火箭能垂直飞行还是曲折前进无法控制让人绝望。第一个点就是重心（COG）。如果你把火箭放在剃刀边缘，这一点就是它能保持平衡的点。在火箭前锥体上施加重量，重心就会往前移；而发动机越大，重心则越往后。

第二个点叫压力中心（COP），对它进行解释有点困难。它与重心相似，但它包含空气动力学的平衡力。如果你在硬纸板上追踪火箭飞行的侧面二维图像并将它剪下来，它就会在压力中心附近平衡下来。增大火箭侧翼并使它们向下扩展，该点就会身后移动。

一旦你知道了这两个点，你就可以估计出火箭的稳定性。稳定飞行的一般规则是重心在压力中心前方至少一个火箭体直径的距离。在飞行当中，空气动力将会向后推压力中心。如果压力中心不在重力中心后面，火箭将会调头向后转，这可不是好状态。如果重心只在压力中心前面一点点，飞行则只是免强稳定，也许会走曲折路线。

至于本项目，我们并未对外部多作修改，因此压力中心不会有过大变化。我们在前锥体内加载了摄像机的重量，致使重心向前移。从空气动力学上来讲，这样只会使火箭飞行得更稳定。

使用



现在，试一试吧

启动

如果你使用的是小型发动机，你在准备发射之前还需要一些事前检查。当所有部件都安装完毕后，要确认总重量是在火箭发动机的承载能力范围之内。如果是，根据火箭工具箱的发射指导。下面是基本步骤：

1. 检查以确保火箭前端合适安装，但安装得又不能过于紧。然后缚牢降落伞、发动机和填充物。

2. 按说明书方法搭建发射台。确保发射的地方足够宽敞；否则你将失掉你宝贵的劳动产品。对于由D尺寸发动机驱动的火箭来说，发射台的直径必须不能小于500英尺。

3. 确保火箭发射器已经解锁，然后将火箭安装在发射台上。

4. 启动摄像机并按下录像按钮。在镜头下面的红色录像显示灯应该是亮的。

5. 把舱盖上并用胶带封住。尽管常规覆盖胶带并没有太多考虑到太空事业的需要，但它还是很好用的。

6. 开启倒计时，发射。

7. 回收火箭。打开舱口并按下停止录像按钮。摄像显示灯应该是熄灭的。然后按下开关按钮将摄像机关闭。如果你忘了关闭摄像机，在几分钟不使用的状态下它将自动关闭。不要通过将电池取下的方式关闭摄像机。

8. 打开计算机，接上USB线，下载视频，然后就尽情享受吧！

观看

观看由约翰·马什沙默的火箭摄像机拍下的高空飞行视频：makezine.com/07/camerarocket。

升级

下降过程中的下降画面

如果你安装了面朝下的镜子，你就能得到整个发射过程的全新视频。尽管如此，通常出现的一个缺点是下降过程中一般会出现降落伞和天空的画面。你可以把降落伞附着在前锥体的顶端而不是基座上。在前锥体的顶端增加一个眼钩，将降落伞的绳子沿着锥体的这一侧穿过锥体外壳伸进火箭内部。

提高分辨率

CVS摄像机（由Pure Digital生产，与其相当的生产商还有Rite Aid和Target）实际上有640×480的感受器。但为了延长录像时间，它被设计得只能录像该分辨率的1/4。对于只飞行几秒时长的火箭来说，录像时间不成问题，因此你可以将摄像机设置成以最高分辨率的状态进行录像。你可以下载一款该二进制文件的修改版本*USP.BIN*放到该摄像机的*P3*目录下，这样就实现了最高分辨率的录制。请参阅下列资源来源。

资料来源

埃斯特发动机表

makezine.com/go/estes

压力确认中心

makezine.com/go/cop

软件下载器

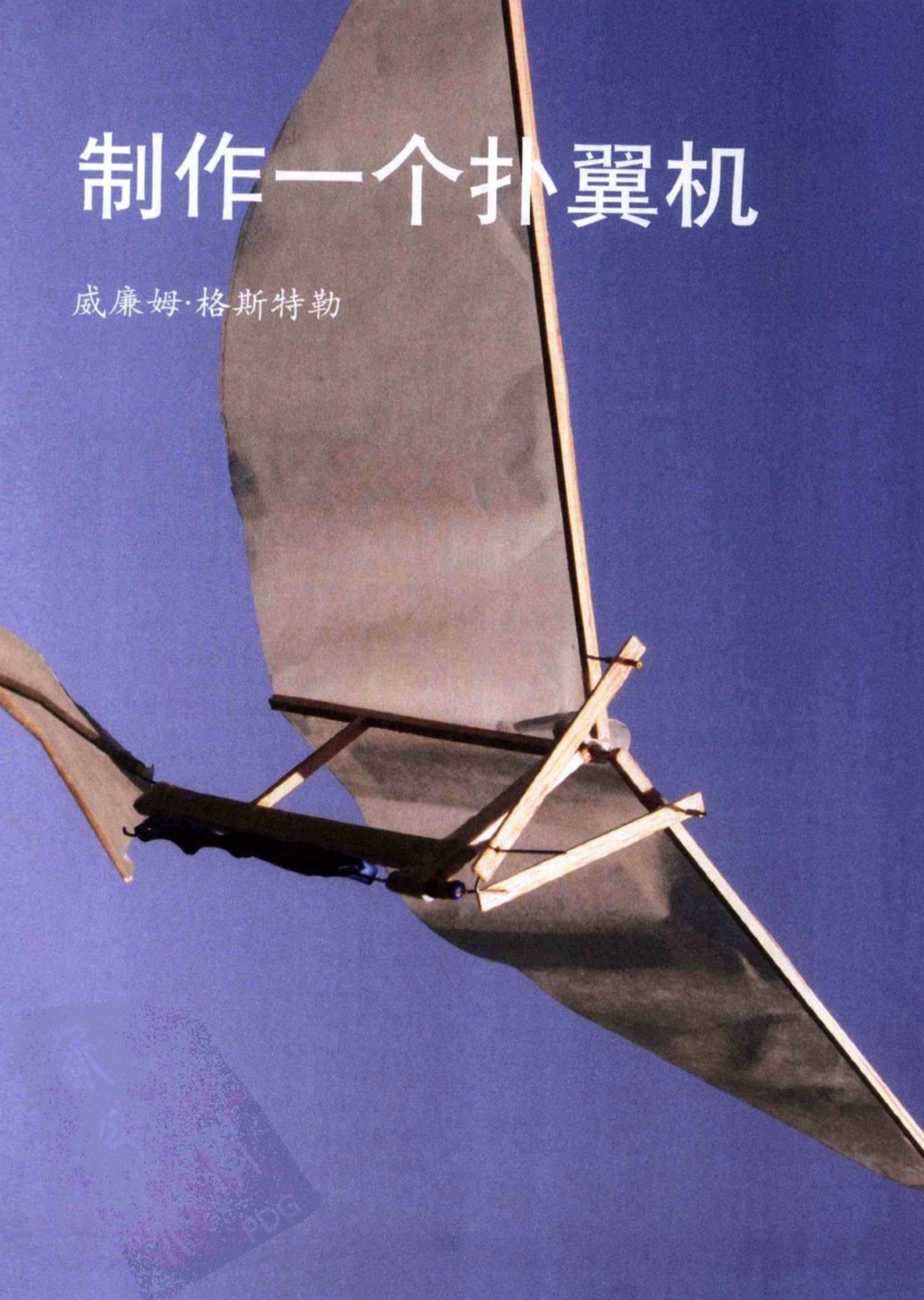
makezine.com/go/software

提高图像分辨率

makezine.com/go/resolution

制作一个扑翼机

威廉姆·格斯特勒



抛起、拍打、飞行

数千年来，人类研究过鸟类、蝙蝠和甲虫，通过观察和试验，试图确定人类怎样才能实现展翅飞行。

但是人们无法通过拍打来飞行：他们的胳膊上没有翅膀；也没有踏板和链条驱动的翅膀；目前，也没有内燃机。尽管如此，载人扑翼机的概念仍然徘徊在航空工程之外。这个项目展示了如何建立一个小型橡皮筋动力的扑翼机，我们称它为奥利。

目前有许多的扑翼机设计类型。奥利是一个简单的单翼飞机，这意味着只有一个单翼安装在电机棒上，其运动类似于飞行的鸟。

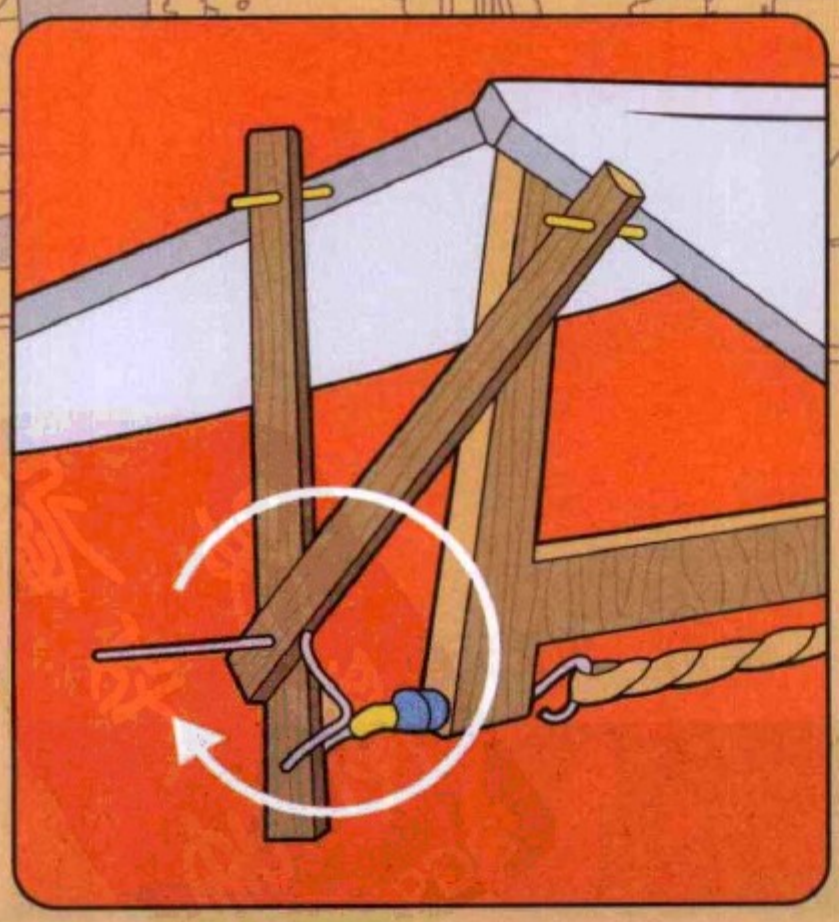
准备：第248页 **制作：**第249页 **使用：**第253页

威廉姆·格斯特勒是本书英文版的特约编辑以及《后院弹道以及技术背后的探险》的作者。

摄影：格里·阿灵顿

扑翼机怎样飞行？

在向下拍打翅膀时升起。



扑翼机怎样飞行？根据网上论坛扑翼机区的内森洛尼斯特的描述：“扑翼机的机翼以小角度连接到机身，被称为起始角。翅膀向下拍打使空气向下及向后转移，产生升力和推力。”

“当然，机翼表面是灵活的。这使得机翼可以弯曲来纠正我们需要的起始角度以产生我们要实现飞行的力量。”

拍打飞行的技术比固定翼飞行更为复杂。对于一个固定机翼飞机，只有向前运动，产生气动推力才是必要的。但是对于拍打飞行来说，机翼不仅必须要向前运动，还必须要上下运动。这一额外方面，意味着机翼在飞行中会不断改变外形。

绘图：梅·森

从伊卡洛斯到奥利：一段扑翼机的短暂历史

毫无疑问，即使是最早期的人类看到鸟类飞行都会非常羡慕。因而当一个叫塔格拉的更新世的野人抬头看到成群的鸭子和鹅在上面翱翔时，他会收集一些棕榈枝，用藤蔓绑在胳膊周围，然后试着飞跃一棵树。可怜的塔格拉从未飞到空中，或者至少他没有活到能在他的山洞墙壁上记录下这一事件的时候。

后来，从古希腊衍生出了戴达罗斯和伊卡洛斯的传奇。戴达罗斯是一个激怒了国王米诺斯的熟练工程师。米诺斯命令将他监禁在一座塔中。

根据布尔芬奇的神话，戴达罗斯谋划使自己逃出监狱，但他无法离开海上的岛屿，因为国王一直严格监视所有船只。

“于是他开始着手为自己和他的儿子伊卡洛斯编造翅膀。他把羽毛制作在一起，首先是最小的然后是较大的，从而形成一个宽度递增的表面。他将较大者用线系牢，将较小的涂上蜡，使翅膀整体像鸟的翅膀一样有平滑的曲线。”

不幸的是对于戴达罗斯来说，他在飞行上的尝试并没有成功。他的儿子伊卡洛斯，飞得太靠近太阳，把固定翅膀的蜡熔化了。伊卡洛斯从空中跌落溺死在大海中。

在很大程度上，这就是人类进行拍打飞行实验的典型结局，一直延续到近代。

纽约时报多年来传播了很多这样的故事：

《扑翼机翻筋斗——空军上尉在撞击中受伤》（1928年6月）

《发明家尝试像鸟一样翱翔：惊险逃离溺亡》（1932年3月）

《100 000人见证法国鸟人从9 000英尺高空坠落死亡》（1956年5月）

《高校研究者在参加电视节目“星期六晚上直播”后命名他们的扑翼机为“比尔先生”》（1992年5月）

大约在1490年，达·芬奇认真研究过鸟类飞行力学。他对鸟类的观察，也许是载人扑翼机的第一份蓝图。相比实践者来说达·芬奇是一个理论者，他从没把在他笔记本里记录下的飞行器变成现实。即使当时建造了它，可能也无法飞行。尽管如此，专家们说他的设计是智慧的，运用了百年后才发展起来的现代空气动力学原理。

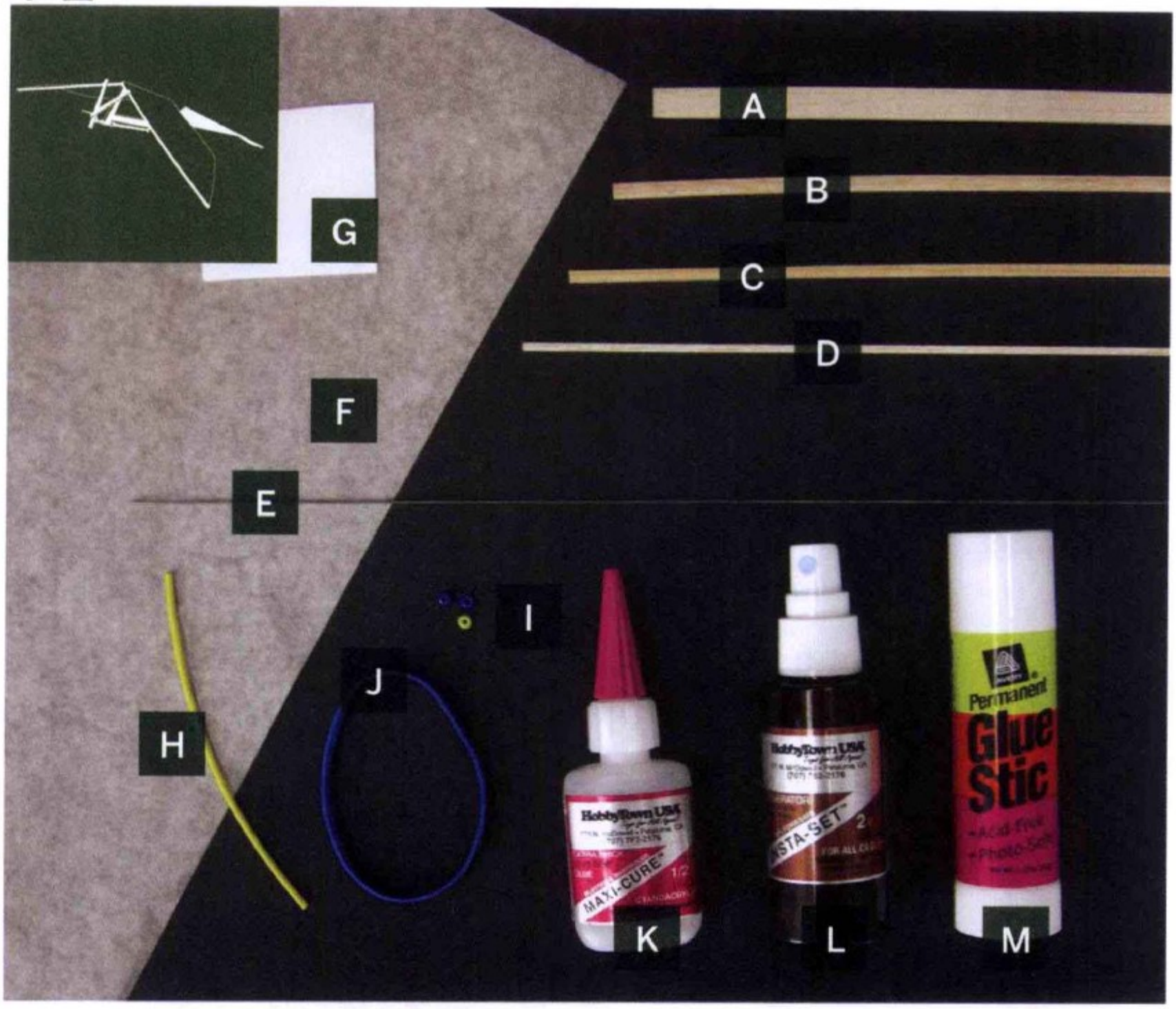
在19世纪70年代对振翅飞行的兴趣又开始升起。建造飞行器模型在欧洲变得流行起来，在一些爱好者之中阿方斯皮纳德、胡里奥德维伦纽夫和古斯塔夫特劳弗建造了有内部动力的鸟并让它翱翔在法国和弗兰德斯的天空上。很快，由橡皮筋、汽油、电力甚至火药驱动的扑翼机诞生了，但都只是比例模型，而不是载人航空器。

自从那时起，很多人尝试着去建造载人扑翼机，但是没有人能成功。有许多未经证实的报告称德国人在二战期间建造了一个载人扑翼机而苏联在冷战期间试飞了一个载人扑翼机，但这缺乏可靠的证据。现在多伦多大学正在做一个游戏尝试。

究竟为什么因为扑翼机而烦恼？因为扑翼机能做的事情其他飞行器不能做。他们可能有所有飞机中最好的机动性。不像固定翼飞机，扑翼机至少在理论上能够像蜂鸟那样急停和悬停，这使得它们非常灵活，而且相比直升机它们只需要较少的空间就能完成机动。将它们慢速飞行的能力和其他所有特性结合起来，扑翼机可能是最完美的侦察工具。而无人扑翼机在军事上的应用很广泛。

扑翼机在普通人的生活中也有许多实际的应用。例如，科罗拉多州野生动物部门用扑翼机来调查一种难以捕捉的叫做甘尼森鹱的濒危物种。这种胆小的鸟类一看到有危险迹象就会飞走，但如果看到有老鹰在上方盘旋，它会停留在原地。所以生物学家就用一个机动的、无线电控制并画得像老鹰的扑翼机来使易飞的甘尼森鹱待在地面上足够久，以方便他们捉住它。

准备



材料

[A] 巴尔萨棒5/16英寸x1/8英寸，7英寸 切割长度：5英寸电机棒，1.5英寸前垂直连接器。

[B] 巴尔萨棒3/16英寸×1/16英寸，6英寸 切割长度，2.75英寸连接棒 (2个)。

[C] 巴尔萨棒1/8英寸正方形，24英寸。

切割长度：

8英寸翼梁 (2个)。

5英寸顶部机翼连接部件

1.5英寸后垂直连接器

0.5英寸平衡曲轴

[D] 巴尔萨棒3/32英寸正方形，14英寸。

切割长度:

7英寸尾部部件(2个)

[E] 金属丝0.032英寸的直径，10英寸长。

粗线太重对奥利的表现有不利影响。

切割长度：

3英寸尾部/后方电机连接线 。

2.5英寸曲柄/前方电机连接线。

2英寸翼梁线 (2个)。

[F] 一张薄纸，大约18英寸x18英寸专供建模,大约0.04盎司每100平方英寸，常规薄纸比较重。

[G] 16磅的正方形纸，2英寸×2英寸。

[H] 热缩套管，1/16英寸的直径切成3块，每个1/8英寸长。

[I] 小珠(2个)。有足够大的内径来穿过直径为0.032英寸的金属线，来自珠子或工艺品店。

[J] 模型飞机橡皮筋12英寸长，系成环做成大橡皮筋 来自DIY商店。

[K] 氰基丙烯酸酯胶。

[L] 氰基丙烯酸酯胶速干剂

[M] 工具

（未显示）

[N] 针孔老虎钳 (2)

[O] 用刀把凤仙花树切成合适的大小。

[P] 尺子

[Q] 剪刀

摄影：马修·达尔顿、诺沃特尼

制作



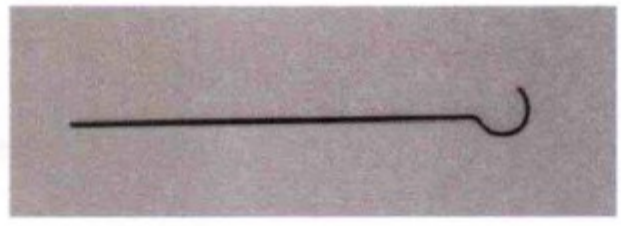
制作扑翼机“奥利”

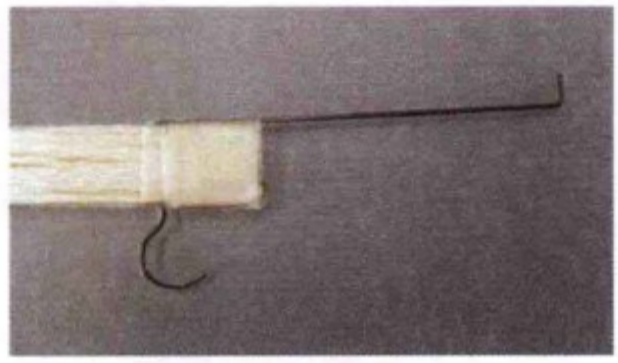
开始>>

时间：1天　复杂性：中等

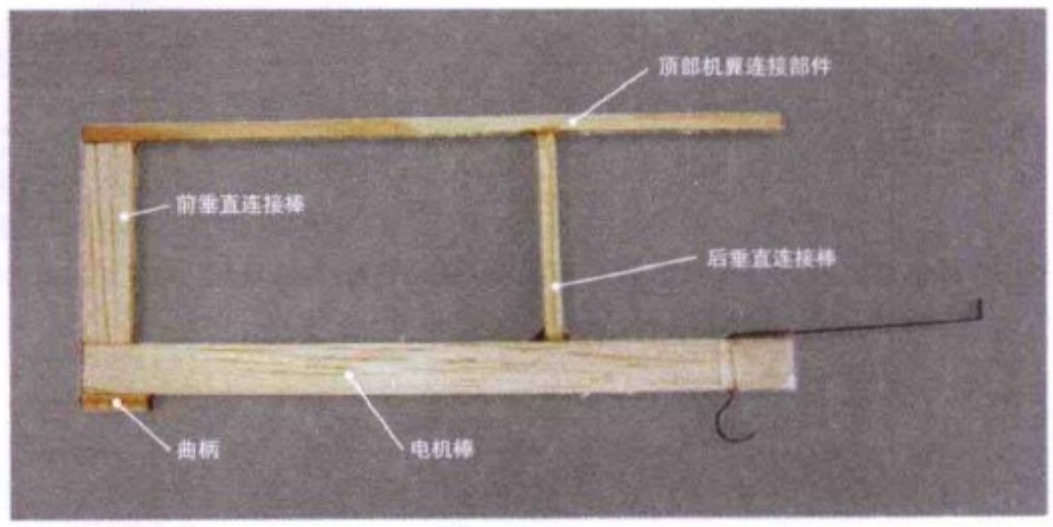
1. 制作机身

1a.在金属丝尾部连接线处做如图所示的钩。将金属丝小心穿过电机棒的高的尾端的3/8英寸处的中心。然后在金属丝的另一端做一个90°的折角，在胶水粘合的地方用氰基丙烯酸酯胶。通过在金属丝和木棒连接处粘薄纸来加固。用一层薄薄的氰基丙烯酸酯胶来涂抹连接处。在连接处喷涂氰基丙烯酸酯胶速干剂使胶水干得更快。





1b.按图示粘合机身。



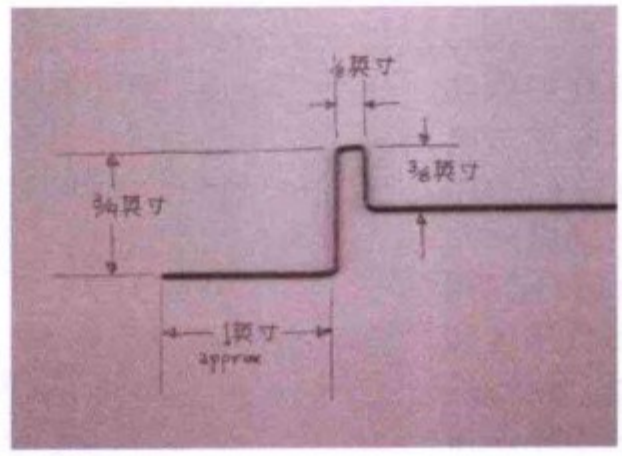
1c.用作为轴的金属丝把2英寸×2英寸的纸卷成细管。拿走金属丝，用氰基丙烯酸酯胶小心地涂抹细管，注意保证管子通畅。喷涂氰基丙烯酸酯胶速干剂。将它切成3段0.5英寸长的管子，丢掉多余的。

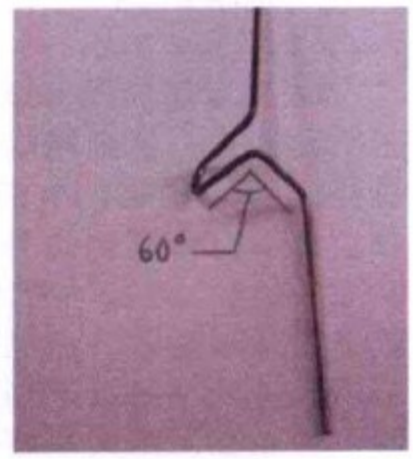


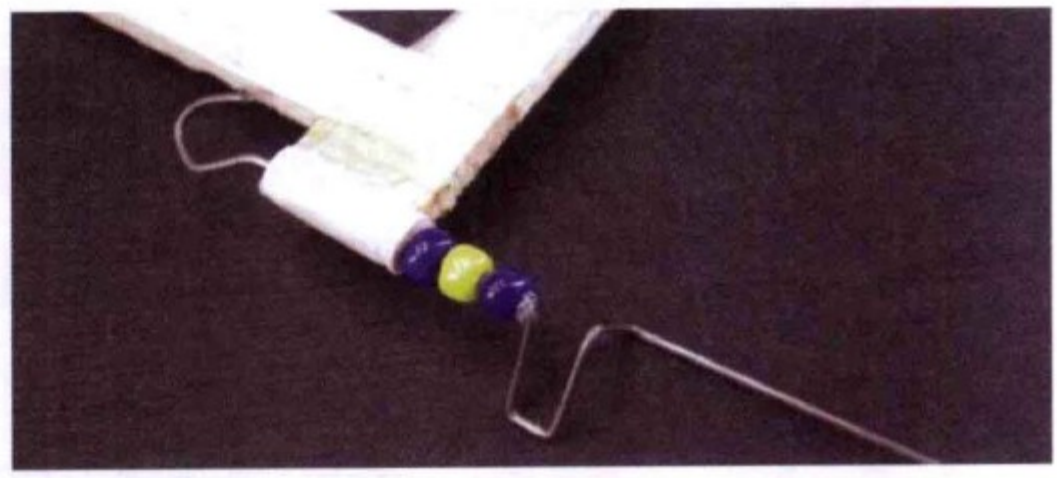
1d.将3根细管按图示用氰基丙烯酸酯胶及速干剂连接到机身上。确保管子与机身的长轴对齐。



1e.用针鼻钳弯曲金属丝使之出现如图所示的曲轴。将曲轴金属丝插入粘在平衡曲轴上的纸管内。在金属丝上穿两颗珠子。在金属丝尾端弯一个角度用作电机钩。

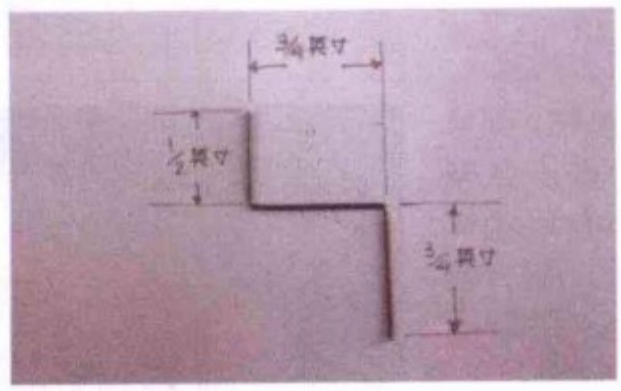


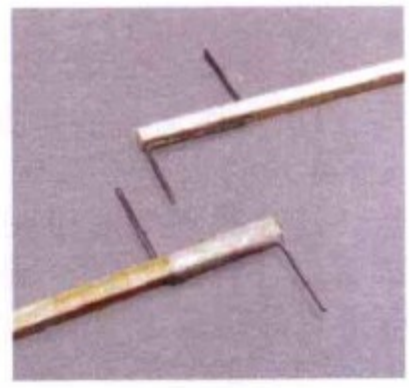




2. 做翼梁

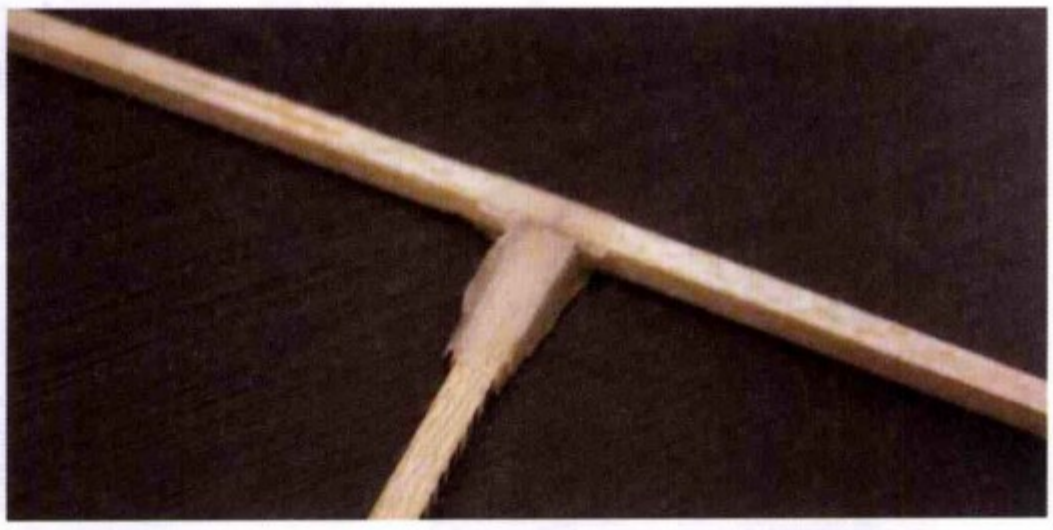
按图示弯折金属丝。将金属丝小心地插入翼梁尾端3/4英寸处，用氰基丙烯酸酯胶粘住。将连接处用薄纸包住并涂上氰基丙烯酸酯胶，以达到加固的效果。





3. 做尾翼

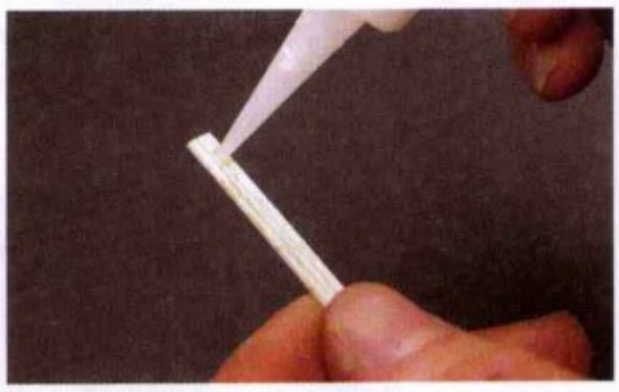
3a.用氰基丙烯酸酯胶将巴尔萨棒粘成T字型。用薄纸覆盖连接处并喷涂氰基丙烯酸酯胶，以加固连接处。



3b.将机身尾部连接金属丝末端插进巴沙木棒末端，然后用氰基丙烯酸酯胶粘牢。并用薄纸和氰基丙烯酸酯胶加固。

4. 制作连接杆

4a.连接杆承受相当大的压力。通过在杆两端最后0.5英寸处涂上氰基丙烯酸酯胶来硬化杆。

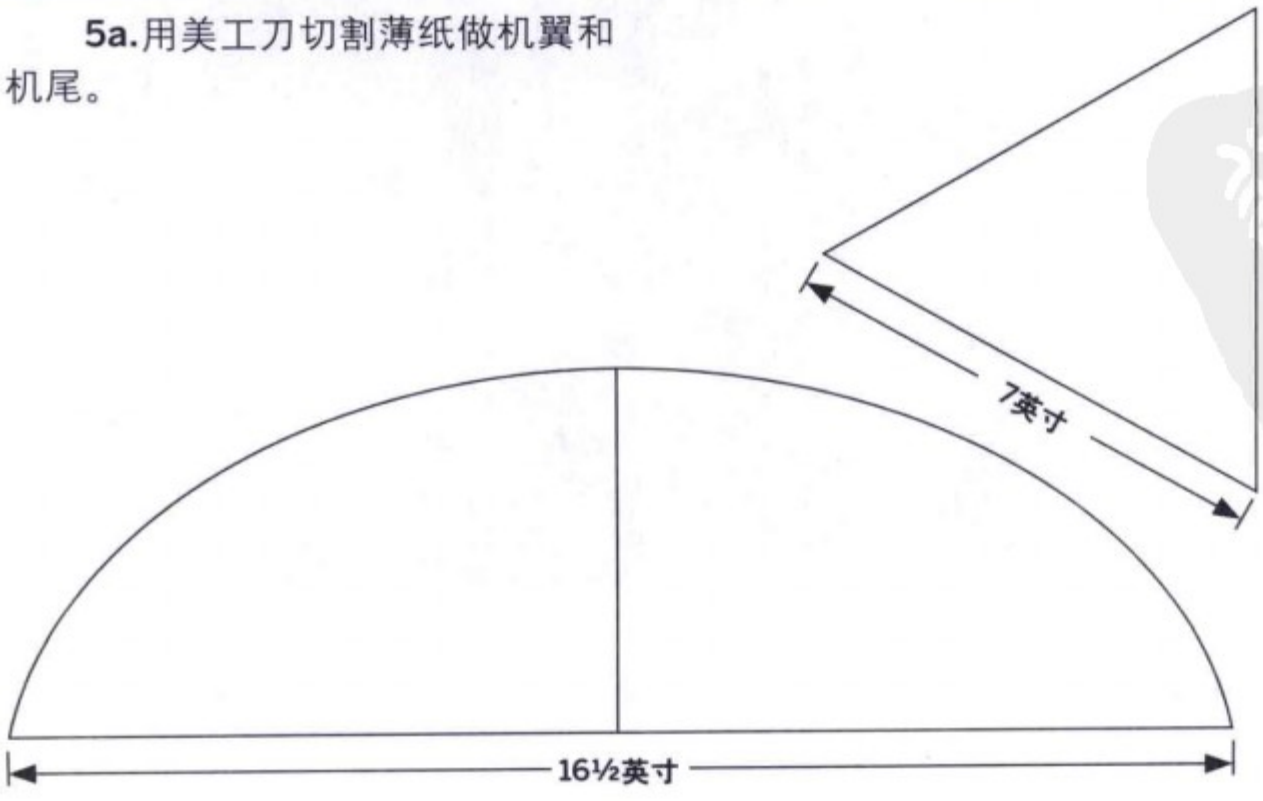




4b.在每个连接杆离末端1/4英寸处为金属丝做两个洞。

5. 最后装配

5a.用美工刀切割薄纸做机翼和机尾。

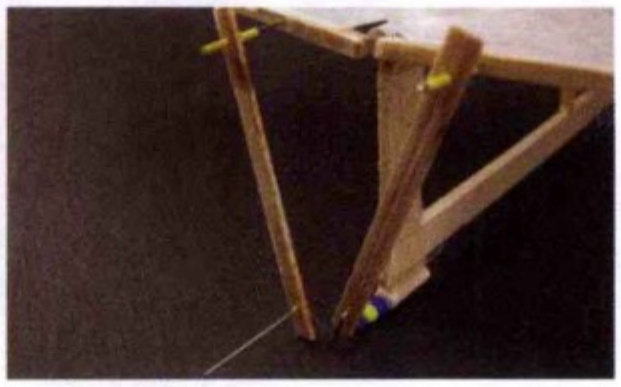


注：全面的模板张贴在http://makezine.com/08/orly。

5b.将薄纸机翼粘在翼梁和前翼连接处。将薄纸翼尾用固体胶粘在巴沙木框架上。



5c.将连杆连接到翼梁的附加电线和曲柄处。调整连杆的间隔，确保曲柄能平稳转动。将热收缩管放在曲柄和翼梁电线上方，确保对正。用火柴小心地给热收缩管加热，让其收缩。



警告：薄纸、巴沙木以及CA是易燃物品。这步一定要非常谨慎小心。

5d.将翼尾向上弯曲至与电机平面约成15°角。

6. 放飞奥利飞行器

6a.用双重橡皮筋跨在推动装置的前后附加挂钩上。



注意：为了使用较长的橡皮筋，可以将其弄成两圈使用。使其跨在推动装置的前后附加挂钩上。

6b.用少量植物油擦拭橡皮筋，使其润滑。

6c.转动曲柄35°角以上，从而使橡皮筋绷紧。

6d.“天使奥利”缓慢而优雅，机头向上地升起。



完成

现在就去试试它吧！

使用



自由飞翔！

故障查找

扑翼机难以一次就试飞成功，会遇到很多普遍性问题，例如：失速、俯冲、转向以及其他复杂组合情况。如果你的扑翼机无法正常飞翔。试试下面的方法：

1.如果扑翼机急剧下降或转变方向，将推动装置反向旋转。也许对改变方向能起作用。

2.保持平衡很重要。确保两机翼的动作相同。仔细地调整连杆和曲柄，确保机翼动作平衡。

3.若奥利趋向于急速旋转和盘旋，则需提高扑翼机的稳定性。尝试增大推动物与翼尾的距离，或者增加橡皮筋（确保机翼垂直表面的稳定性）。

4.若扑翼机总向着同一方向旋转，然后俯冲，则在与旋转方向相反的翼尖端增加少量导线的重量。

5.尾翼的角度很重要。若扑翼机俯冲，则使尾翼微微向上弯曲。若失速，则使尾翼微微向下弯曲。

6.若奥利在最终向地面俯冲前有一系列的失速状态，也许是翼尾与扑翼机的其他部位相接的问题。减少尾翼的长度，重新固定它。若没有效果的话，就试试增长尾翼的长度——即增大襟翼和尾翼的距离。

7.若扑翼机一头栽到地面上，意味着该增加尾翼稳定器的尺寸。

8.若扑翼机用力振翅时，高度未增加而且翼尾先着地，试试将重心前移，最好使其前重后轻。

9.在扑翼飞机中，倾斜转弯和盘旋的问题是常有的，也很难去改正，如果你的扑翼机启动时伴着不好的副翼声，却突然围着它的纵轴倾斜或者旋转，尝试以下的办法：

再次将薄纸粘到机翼上，确保薄纸不要太紧或太松。两个机翼应当是相同的张力。

使机尾以相对于纵轴的一个小的旋度弯曲。

在副翼的外侧，与倾斜转弯相反的方向上加少许的重量。

解决倾斜转弯和盘旋问题可能是困难的。在问题解决时，可以将各种修理方法结合起来。

试验

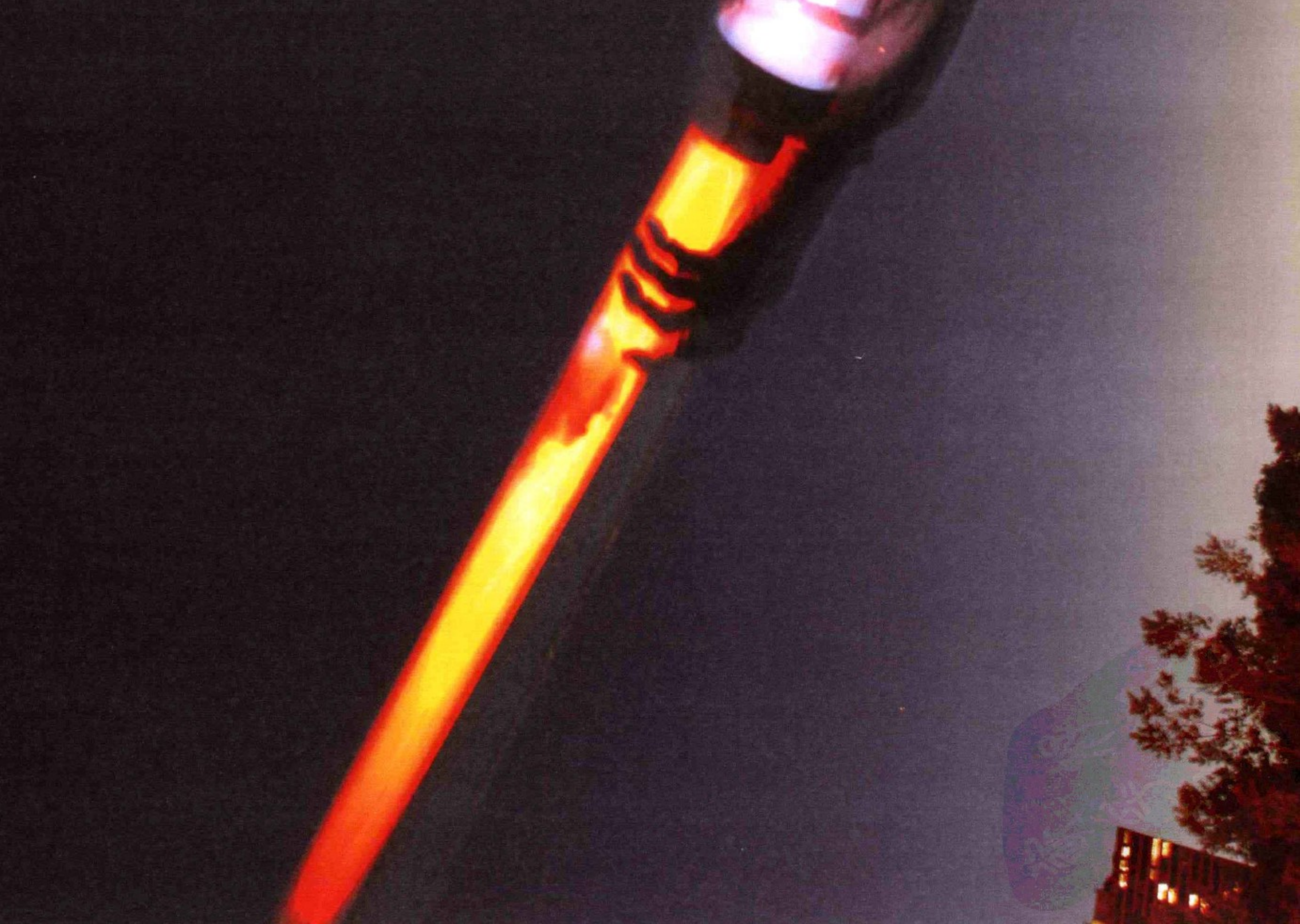
对奥利的设计做一些改进，试图延长飞行时间。比如，可以用不同长度和厚度的橡皮筋进行试验，也可以用不同形状、韧性、大小的机翼。

有时，加一个由一片薄的透明胶带制作成的机翼角板，就能提高性能。最后，用不同宽度和长度的机尾进行试验。

资源

在http://ornithopter.org上有一个扑翼飞机狂热者组成的团体生动的在线讨论会。这个很不错的网址也提供平面图、工具箱、机动化的模型和建议。

获取最新关于来自多伦多大学扑翼飞机计划的新闻，请登录http://ornithopter.net。



36号
夜光土豆枪

威廉·格斯特尔

用这把大功率的土豆枪把土豆炮弹打到200公尺开外的地方，是多么畅快的一件事啊！土豆子弹是可降解的，不会对环境造成污染

准备：第258页 制作：第260页 使用：第264页

土豆枪，小心！

土豆枪是一个在业余制作爱好者圈子里非常受欢迎的科学制作项目。制作过程比较简单，只需一些简单的配件就能制造出爆炸的效果来。不论是白天，还是黑夜，你都可以使用夜光土豆枪。不过在夜晚使用时，透明的PVC枪管看起来会非常炫。同时，相对于采用压电式或火石引爆式的枪来说，电击枪不仅产生的火花更少，其性能也更好。这在使用和视觉效果上都是个不错的选择。

一把基本构造的土豆枪需要一根纯白色的PVC管（不到25美元）。36号夜光土豆枪（以下简称NL36）的成本要高一些，不过我从塑料品供应商那里淘到不少好东西，这把枪的造价也被控制在了50美元以内。在了解了土豆枪的基本构造之后，勇敢的土豆枪手们可能会倾向于组装一门构造更复杂、功能更强大的土豆枪了。

威廉·格斯特尔喜欢制作一些有趣的玩意，然后把制作过程绘制下来。他著有《后院弹道导弹》（2001年）、《制造机器人》（2002年）和《弹射器艺术》（2004年）等书。欲了解其更多信息可登录backyard-ballistics.com。

土豆枪工作原理：

在认真的土豆枪设计师和改装达人的努力下，对普通土豆枪进行了改进。用透明管替代了原有的枪筒，并且添加了电机设备，最后改装成NL36。

锋利的管口

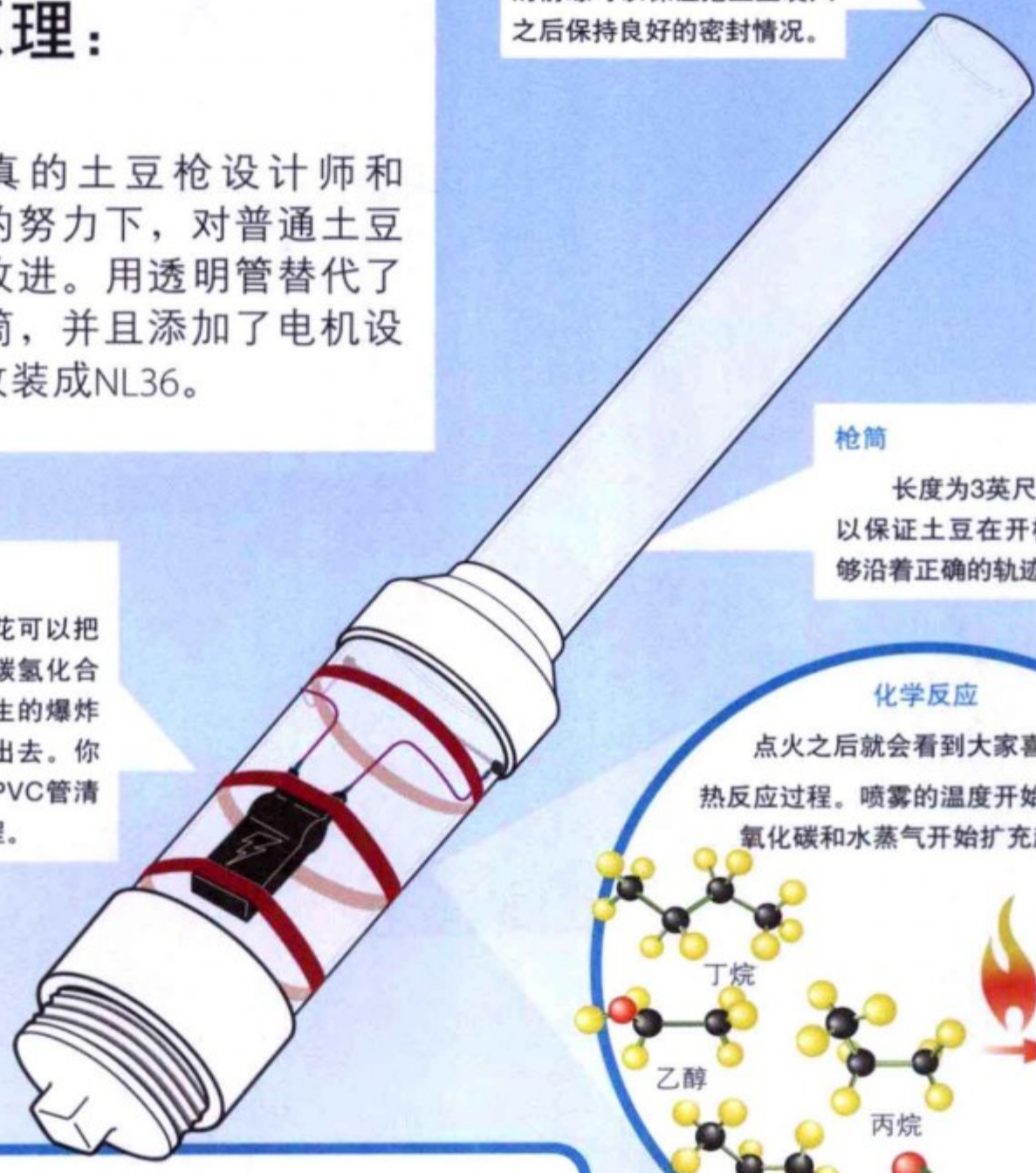
土豆从此处装入，锋利的前缘可以保证把土豆装入之后保持良好的密封情况。

枪筒

长度为3英尺的枪筒可以保证土豆在开枪之后能够沿着正确的轨迹射出。

点火室

电击枪的火花可以把点火室中丰富的碳氢化合物喷雾点燃，发生的爆炸可以把土豆发射出去。你可以通过透明的PVC管清楚地看到整个过程。

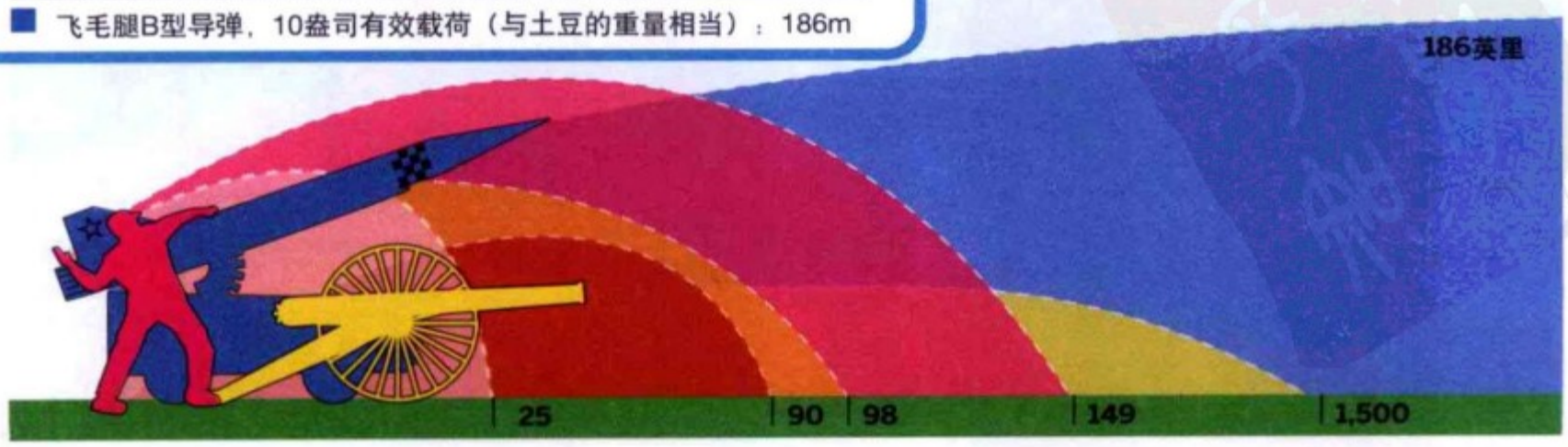


化学反应

点火之后就会看到大家喜闻乐见的热反应过程。喷雾的温度开始上升，二氧化碳和水蒸气开始扩充起来。

与其他大家所熟知的弹射记录相比较，我们的土豆枪可以把重量为9盎司的土豆射至约200英尺远。以下是一些弹射运动的相关记录。

- 铅球：16磅，25英尺（奥运会纪录）
- 甩手机：4～5盎司，90英尺（萨翁林纳纪录）
- 美式足球：14～15盎司，98英尺（NFL纪录）
- 掷棒球：5.25盎司，149英尺（吉尼斯世界纪录，1957年）
- 美国内战时用到的大炮：6磅重的炮弹，1 500英尺
- 飞毛腿B型导弹，10盎司有效载荷（与土豆的重量相当）：186m



绘图：蒂姆·李利斯

准备



材料

直径2英寸，长度36英寸的Schedule牌40号透明PVC管（1根）

直径3英寸，长度14英寸的Schedule牌40号透明PVC管（1根）

这种管在食品加工行业比较常见，许多工业塑料提供商如哈灵顿塑料或瑞恩-荷扣等都生产有这种透明的PVC管。你可以查阅本地商户的列表，也可以在McMaster-Carr网站上进行订购（www.mcmaster.com）。透明PVC管一般比较昂贵，不过你可以在塑料供应商或食品加工厂里买到一些廉价的残次品。

大土豆若干

3英寸内径转2英寸内径的PVC转接头（又名“缩径接管”）（1个）

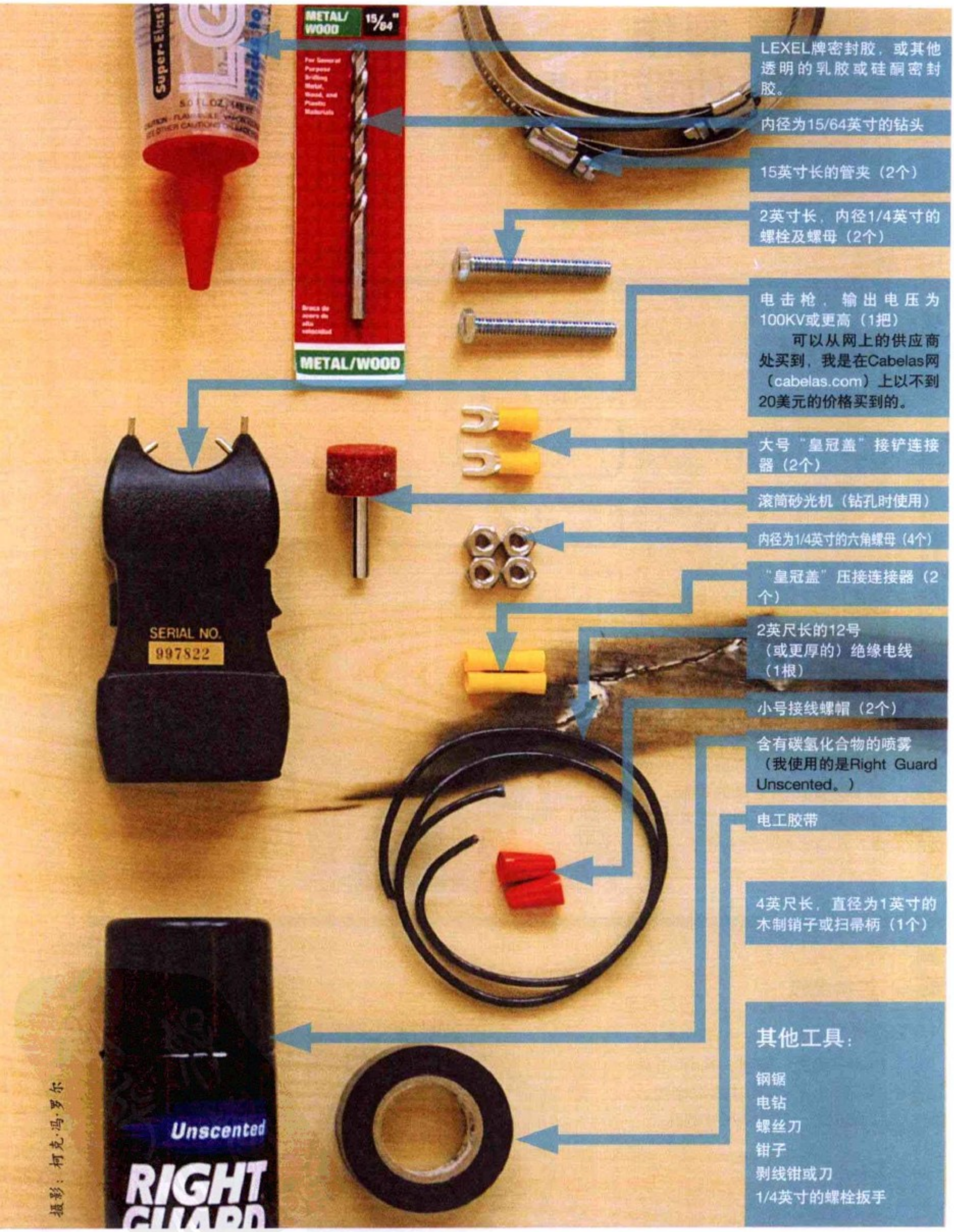
内径为3英寸的PVC螺纹接头（1个）

内径为3英寸的PVC端塞（1个）

可以使用Schedule生产的40号PVC管件，能够从生产厂家、硬件商店或塑料供应商处买到。

PVC底漆和胶结材料

售卖PVC管的地方一般都有出售。



LEXEL牌密封胶，或其他透明的乳胶或硅酮密封胶。

内径为15/64英寸的钻头

15英寸长的管夹（2个）

2英寸长，内径1/4英寸的螺栓及螺母（2个）

电击枪，输出电压为100KV或更高（1把）

可以从网上的供应商处买到，我是在Cabelas网（cabelas.com）上以不到20美元的价格买到的。

大号“皇冠盖”接铲连接器（2个）

滚筒砂光机（钻孔时使用）

内径为1/4英寸的六角螺母（4个）

“皇冠盖”压接连接器（2个）

2英尺长的12号（或更厚的）绝缘电线（1根）

小号接线螺帽（2个）

含有碳氢化合物的喷雾（我使用的是Right Guard Unscented。）

电工胶带

4英尺长，直径为1英寸的木制销子或扫帚柄（1个）

其他工具：

钢锯
电钻
螺丝刀
钳子
剥线钳或刀
1/4英寸的螺栓扳手

摄影：柯克·冯·罗尔

制作



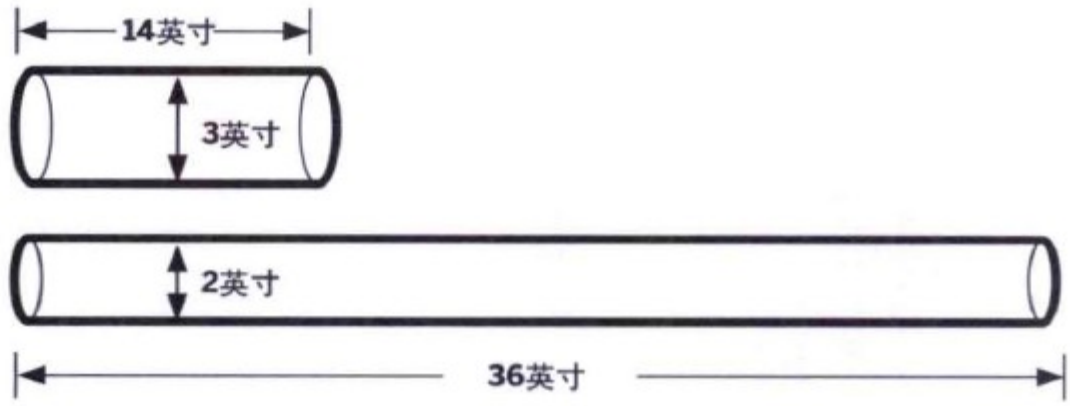
制作功能强大的土豆枪

开始制作 >>　　**时间：一个下午**　　**难易程序：简单**

1. 准备PVC管

1a. 截管

从内径为3英寸的PVC管（以下简称“粗管”——译者注）一端进行测量，在14英寸处进行标记，然后用钢锯把管子截下来（注意保持切口平整）。这段管将是土豆枪的燃烧室。接着再从内径为2英寸的PVC管（以下简称“细管”——译者注）上截一段长度为36英寸的管子，用来制作土豆枪的枪筒。



1b. 对枪口进行加工

用打磨机、锉刀或电钻对枪口进行加工，把枪口的边缘打磨成锋利的斜面。加工时要保证枪口的平整，该步骤比较重要。这可以把土豆削成完美的子弹，从而顺利完成射击。



当PVC管被打磨而温度升高时，可能会释放出有毒的氯气，所以该操作步骤务必在通风良好的地方进行。

2. 连接电极

2a. 钻电极孔

从粗管一端进行测量，在4英寸处钻一个内径略小于1/4英寸的螺栓孔。然后在对面也钻一个同样尺寸的孔。



粗管将会充当燃烧室来容纳燃料和火花。

摄影：大卫·艾伯特逊

2b. 连接电极

在钻好的两个孔中分别拧入长度为2英寸的螺丝，螺帽留在管子外面。注意螺丝不要拧得太紧，以免对PVC管造成损坏。然后把管子内部的两个螺丝尾端之间的距离调整为1/4英寸。







两个螺丝所产生的火花将会点燃燃料，把土豆发射出去。

3. 对PVC管进行溶剂焊接

土豆枪的主体由PVC管组成，所以在衔接各个部件时会用到PVC胶结材料和底漆。为了防止在衔接部位出现泄漏的情况，我们需要进行适当的溶剂焊接处理。同时，胶结材料和底漆有毒且易燃，所以务必遵从包装上的安全防范措施，在通风良好的地方进行该操作，并且将这些化学品远离明火。首先，我们对缩径接管和燃烧室前端的接口部位进行溶剂焊接。接着对螺纹接头和燃烧室后端的接口部位进行同样的处理。

3a. 对零部件进行检查

对粗管的两端和缩径接管上可能存在的裂缝、灰尘和磨损进行检查，用小刀把表面的毛刺清除干净。注意不要对管子和配件造成任何不必要的损坏。

3b. 对零部件进行焊接

如右图所示的过程进行溶剂焊接。首先对缩径接管的粗头和粗管接近电极螺栓的一头进行焊接，然后对螺纹接头没有螺纹的一头与粗管另一头进行焊接。最后再对细管和缩径接管的细头进行焊接。

3c. 焊接完成后，使用前一定要在通风良好的地方把土豆枪放置数小时进行风干，以防止出现意外情况。

3d. 晾干之后，把粗管的一头拧进燃烧室后端。

如何进行溶剂焊接



1. 用PVC底漆对焊接表面进行清理，可以用刷子或其他涂抹工具把底漆涂在管子上面。底漆可以清洁管子表面，同时可以软化PVC管，让胶结材料能够渗入管子表面。



2. 给PVC管刷上一层厚厚的“胶结棉衣”。首先刷管头，之后再刷焊接管接头。注意不要留下任何的裸露点。

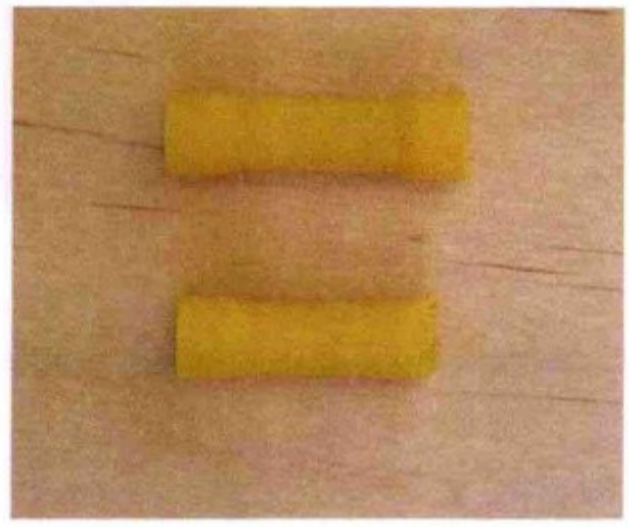


3. 刷完胶结材料之后，迅速把管接头插进缩径接管中。要尽可能插得深一些，可以用力将其拧进去，请注意两个零件的连接位置不要弄歪。如果你使用了足量的胶结材料，你就会在接口处看到一些被挤出来的胶结材料。注意，在连接完成后你就不能对管子和其他部件的位置进行调整了，万一出现安装错误就只能重新开始。

4. 用电线连接点火器

4a. 对压接连接器进行测试

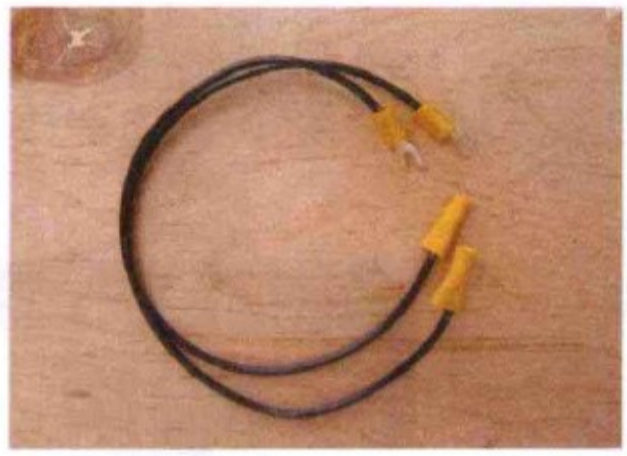
用一把锋利的美工刀把每个“皇冠盖”压接连接器上多余的边缘修剪掉。在电击枪关闭的情况下，接上电极接头对连接头的修剪端进行测试。这一对连接头都应当指向前方，而不是彼此相对，为了把电火花带到燃烧室之中，我们把点火导线接到了连接头上。

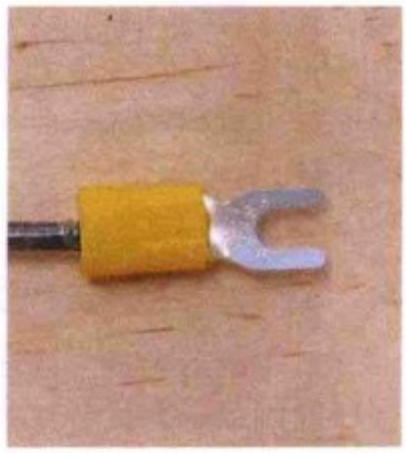


根据电击枪的型号和实际情况，你可能需要对这些制作说明进行修改，并用其他方法来连接电线，比如使用接线螺帽或焊接工艺。

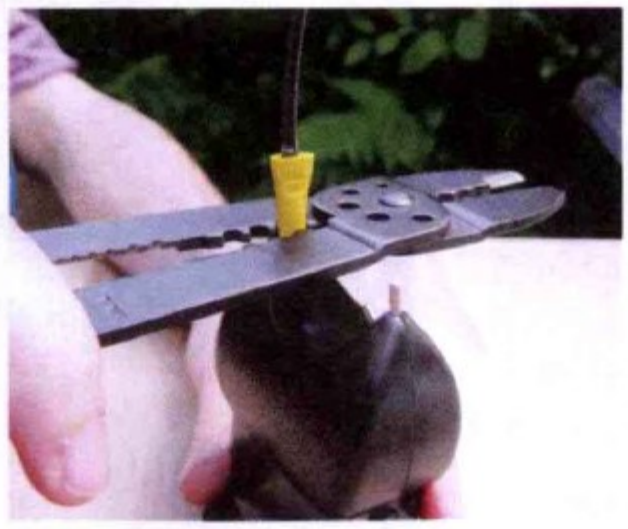
4b. 准备点火导线

把电线剪成长度均为1英尺的两段，用来充当点火用的导线。然后把两个“皇冠盖”接铲连接器分别接到这两根导线的一端，另一端则连上压接连接器。





4c. 把点火导线的两个压接连接器端与电击枪的两个电极连接起来。



4d. 把适当尺寸的接线螺帽（或其他的高压绝缘体）拧到电击枪的测试线上（内侧电极），然后用绝缘的电工胶带或硅酮密封胶把电击枪和电极螺栓上所有裸露的金属都密封起来。要知道对于电流来说，在电极附近想找到绝缘间隙是非常容易的。





接线螺帽需要进行修剪后方可适用于该测试电极。

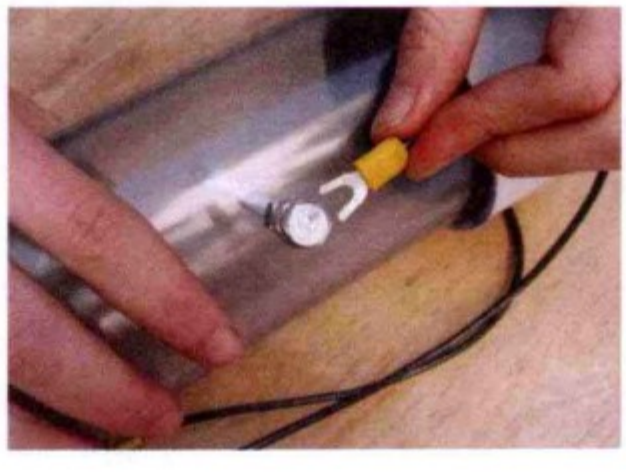
5. 连接点火器

5a．用两个管夹把电击枪的枪体固定在燃烧室后部。注意不要拧得过紧。电击枪体与电极螺栓轴需要保持90°角。





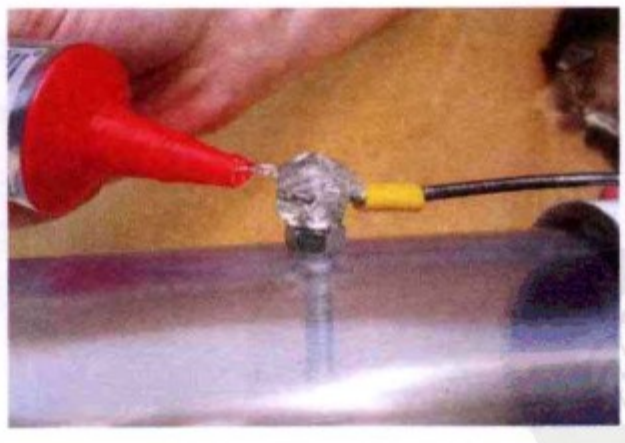
5b．把点火导线与电极螺栓连接起来，确保接铲连接器和螺栓头或螺母相互连接。此处可能需要你把接铲连接器弄弯，以适应周围螺栓的尺寸。





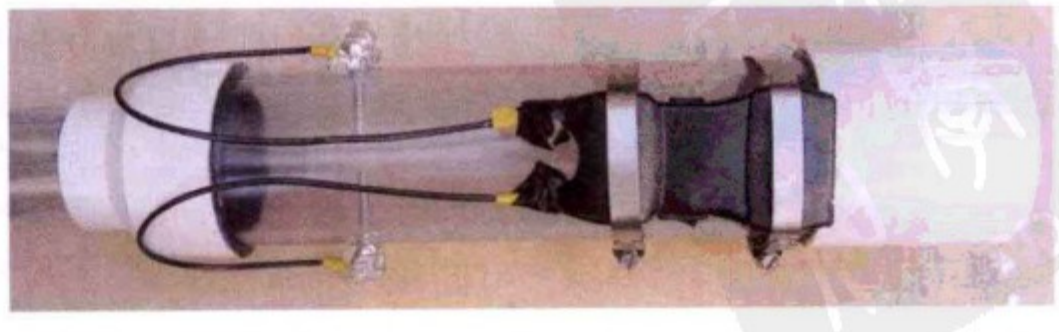
6. 最后的绝缘层

6a．在各个螺栓连接处涂上硅酮密封胶。为了达到更好的绝缘效果，为整个点火区域包上包装纸，并缠上胶带。由于电击枪释放出来的电压非常高，包装纸也有可能无法确保绝对的绝缘。所以在使用土豆枪时一定不要接触电极，防止出现触电事故！





恭喜你！你的夜光土豆枪大功告成。



完成

现在就去试试它吧！

使用



安全地使用土豆枪的方法



使用夜光土豆枪

1．取出端塞。

2．把一个土豆放进枪筒内，注意手要和锋利的枪口保持距离。此时你可能想戴上一双皮手套。锋利的枪口会把土豆切成与枪筒完全契合的形状，如果两者之间存在任何缝隙，都会影响土豆枪的性能。

3．用棍子把土豆推到距离枪口30英寸的地方。

4．把事先备好的喷雾剂装入燃烧室中。无味的喷雾剂效果很好，不过需要查看下标签，确保喷雾剂中含有酒精、丙烷、丁烷或异丁烷等烃类化学物质。然后通过1~2秒的突发启动试验来确定喷雾的最佳剂量。

5．立即更换端塞，并将其拧紧。

6．打开电击枪，对发射区进行仔细检查，以保证发射安全。

7．按下电击枪的“点火”按钮，你的土豆枪就开始工作了！如果想看到更炫的效果，可以在枪筒内放一根荧光棒。

如果遇到点火不成功或土豆无法发射的情况，小心地打开端塞，对燃烧室进行彻底的通风处理后再行试射。

土豆枪的日常维护

喷雾中的化学物质可能会黏在枪筒里面，所以在打了几枪之后，需要用抹布对里面的残留物进行清理。一些残渣也可能会让端塞变得难以拧开，必要时可以用钳子进行操作。

安全性和合法性

在制作土豆枪的时候，绝对不要图省事而使用劣质材料。此外，PVC胶结材料挥发出来的气体是易燃的，所以必须等所有胶结部位完全晾干之后，方可点火进行试射。

在使用土豆枪时一定要格外地谨慎，戴上护眼罩，开火前还要对发射区进行详细检查。绝对不要俯视枪筒，或将枪口对着任何人或物。燃烧室中遗留的液体会缓慢进行蒸发，所以随时都有可能发生走火现象。请经常检查枪体是否发生磨损的情况，绝对不能使用已磨损的枪。使用时与电击枪的电极保持距离，防止发生触电事故。

PVC管在寒冷的天气中会变得比较脆，所以土豆枪在60°F以下是禁止使用的。

制作和使用时请一定注意安全

你所在的地区可能并不允许使用土豆枪，所以在使用之前一定要查询当地法律的相关规定而采取合法的行动。同时还需要了解电击枪的相应法律。

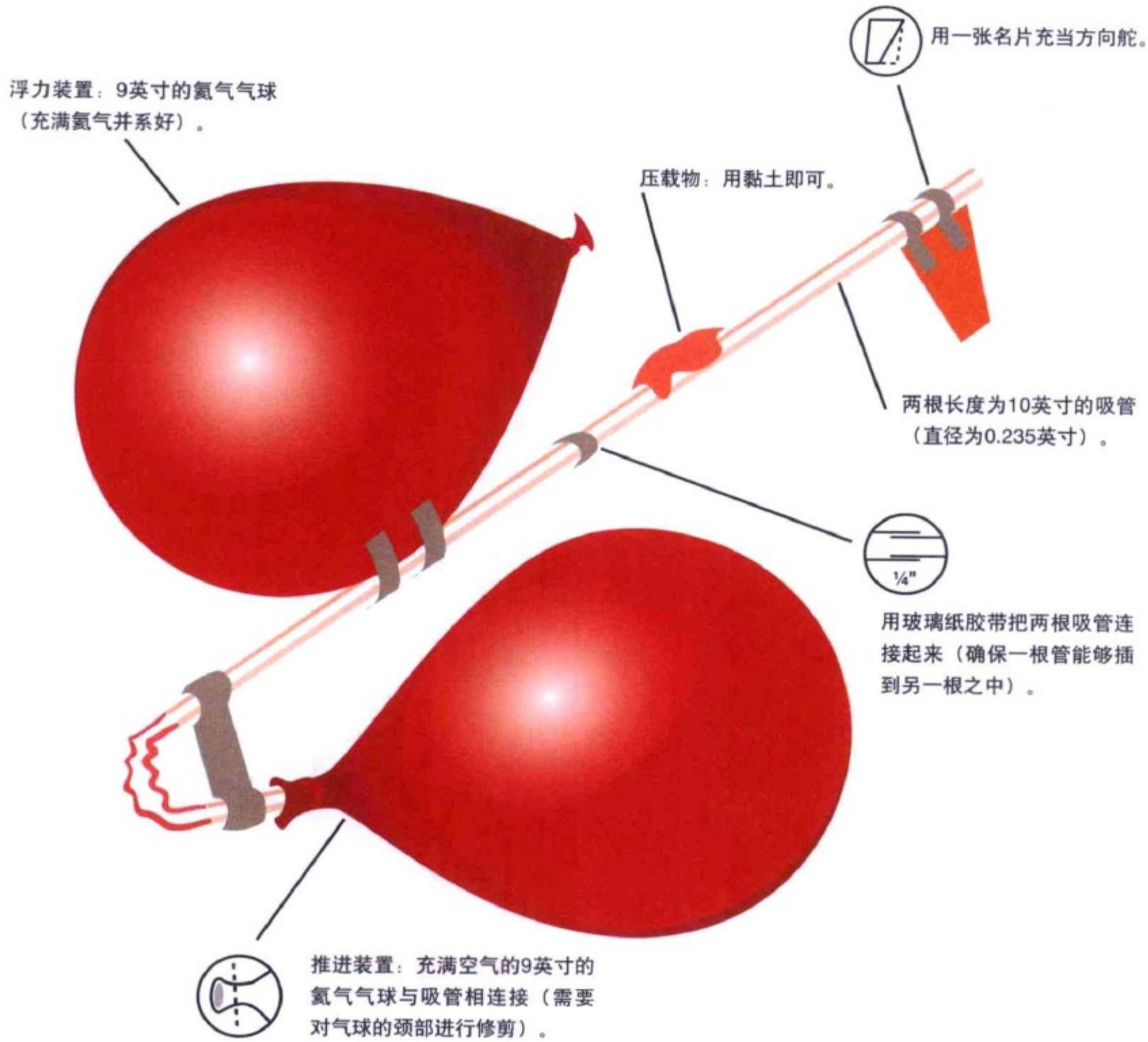
编者按：本文作者威廉·格斯特尔使用PVC材料设计完成了36号夜光土豆枪和其他作品，但由于压缩气体可能会导致PVC管出现爆裂的情况，所以许多土豆枪手认为土豆枪并不安全。他们建议用ABS塑料（搭配ABS胶结材料）来替代PVC材料，前者的弹性要好于后者，不过它并不是透明的。

另外，你也可以使用Schedule牌80号 PVC透明管，该管比40号管要厚，价格也要更高些。

1+2+3 飞艇

约翰·佩雷斯

1美元的乐趣



升起来，升起来，前进！

警告：如果没有压载物，飞艇将会持续不断上升。



绘图：约翰·佩雷斯

1+2+3 制作飞去来玩具

Cy·蒂姆尼

用硬纸片和泡沫塑料做一个真正的飞去来玩具。

需要的材料为**波浪形的硬纸片、泡沫塑料、剪子与胶带。**

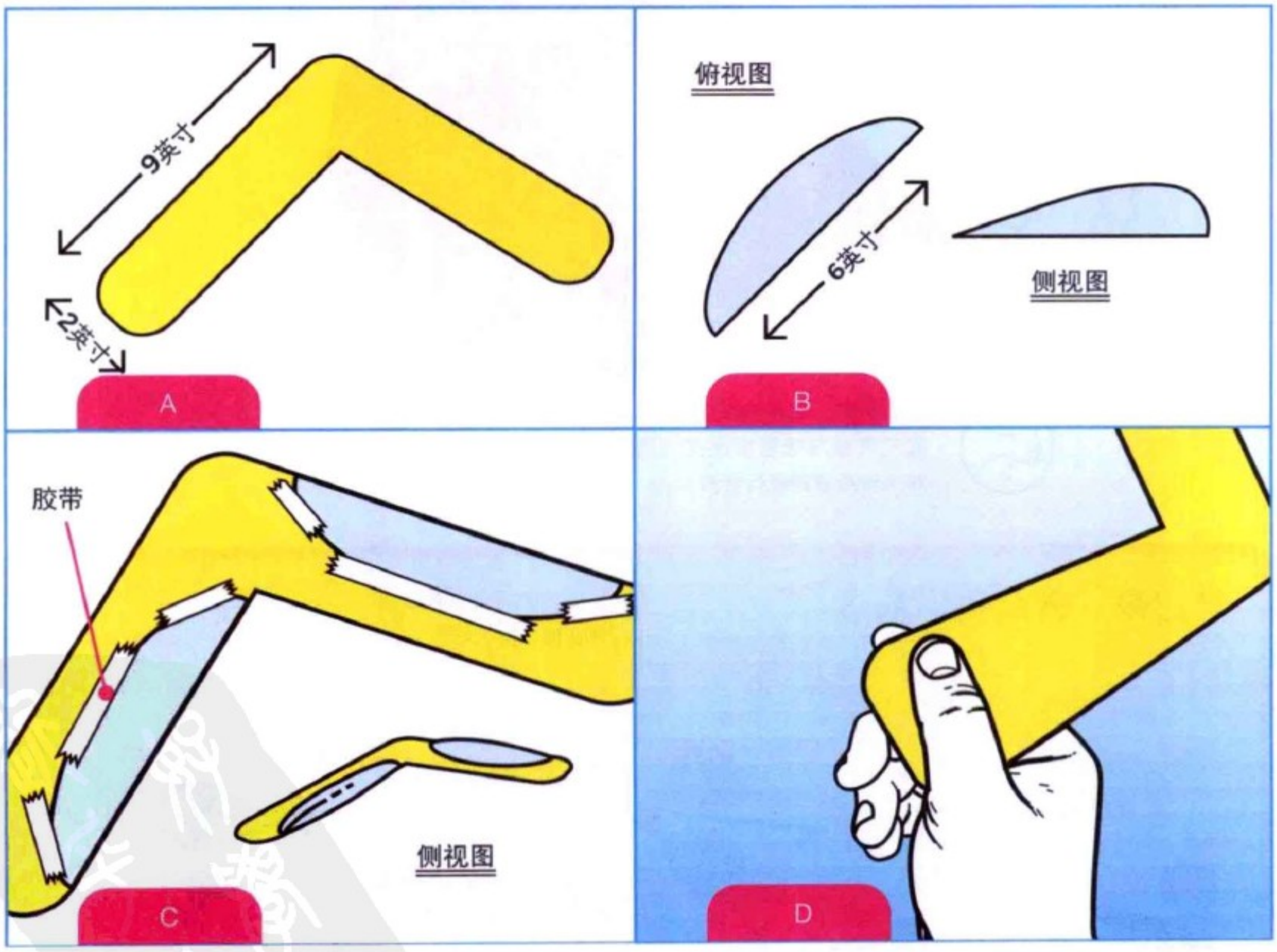
你想过鸟儿为什么在天上飞，帆船为什么能迎着风航行吗？曾经我讲解了如何利用伯努利原理来产生升力，现在我们再利用同样的原理来做一个飞去来玩具。

1. 将硬纸片裁成如图1所示的大小和形状，每个翼的大小大概是9英寸×2英寸。

2. 裁出两块椭圆形的泡沫塑料，每块6英寸×2英寸，一边高一边低（见图B）。这个高低的变化就像飞机的机翼的侧视图一样，然后将这个椭圆的泡沫块放到飞去来玩具的外边缘并用胶带固定好。这个泡沫的弧度使得飞去来玩具上方的空气流速比下方快，于是升力就能产生了。

注意：在用胶带固定椭圆机翼之前注意看一下图C的摆放方式。

3. 用扔棒球的动作将飞去来玩具扔出去，扔的方向直着向前就好，不用刻意扔偏（见图D）。它会直直地飞，回来的时候偏左一些。多试几次不同的投掷角度就能试出自己想要的返回路线。如果飞不回来，可以尝试用更厚一些的硬纸板甚至是在纸板表面均匀粘上一些硬币来加大配重。大家也可以试试用更厚一些的泡沫来增加升力。



绘图：达斯廷·艾美瑞·霍斯泰特勒

Cy·蒂姆尼是《巧用手边的材料》系列书的作者，网址为sneakyuse.com。

1+2+3 厕纸发射器2000

格雷格·阿瑞斯

这种招人喜欢的道具可以向半空中发射卫生纸，或者你完全可以利用它把站在你前面的人包裹成“木乃伊”。

你将需要以下物品:

吹叶机，我们用的是红色的手持电动吹叶机30美元。

长31英寸，直径3/8英寸的铝棒

长24英寸，宽$1^{3}/_{8}$英寸，厚1/16英寸的镀锌钢筋，上有大小3/8英寸的孔

钣金或是机器螺钉(大于5个)和垫圈(2个)

卷纸

支架(2个)我们用的是热水器导管架，其实任何可弯曲的超薄金属都可以。

Phenomenauts贴纸(2个) 可从interpunk.com上获取

1.安装卷架

在离铝棒一端23英寸处将其弯成90°角，这样就做好了一个卷架。

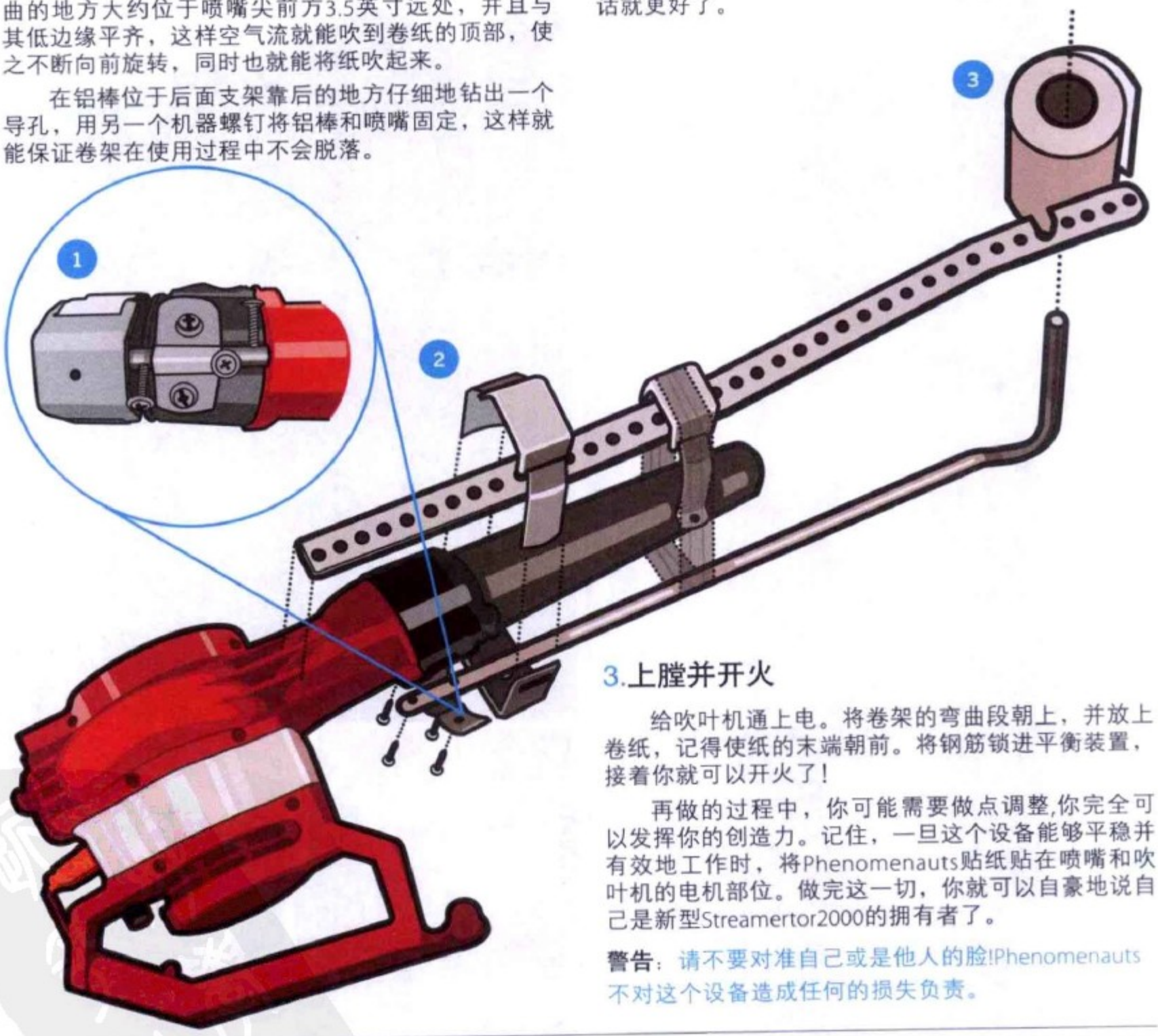
利用两个支架和螺钉将铝棒附到吹叶机喷嘴的一侧，直接和塑料部分固定。其中一个支架在喷嘴的一半处，另外一个支架离吹叶机底架1英寸远，铝棒弯曲的地方大约位于喷嘴尖前方3.5英寸远处，并且与其低边缘平齐，这样空气流就能吹到卷纸的顶部，使之不断向前旋转，同时也就能将纸吹起来。

在铝棒位于后面支架靠后的地方仔细地钻出一个导孔，用另一个机器螺钉将铝棒和喷嘴固定，这样就能保证卷架在使用过程中不会脱落。

2.安装平衡装置

在离镀锌钢筋一端3～4孔的地方切一个通道出来。这个通道应该足够宽，可以容纳卷架。

用一对螺钉和垫圈将钢筋装到喷嘴的另一侧，注意刚刚切出的通道应露在前面。卷架稍微回拉一点，并让卷架紧靠上面切出的通道和孔，如果能紧一点的话就更好了。



3.上膛并开火

给吹叶机通上电。将卷架的弯曲段朝上，并放上卷纸，记得使纸的末端朝前。将钢筋锁进平衡装置，接着你就可以开火了!

再做的过程中，你可能需要做点调整,你完全可以发挥你的创造力。记住，一旦这个设备能够平稳并有效地工作时，将Phenomenauts贴纸贴在喷嘴和吹叶机的电机部位。做完这一切，你就可以自豪地说自己是新型Streamertor2000的拥有者了。

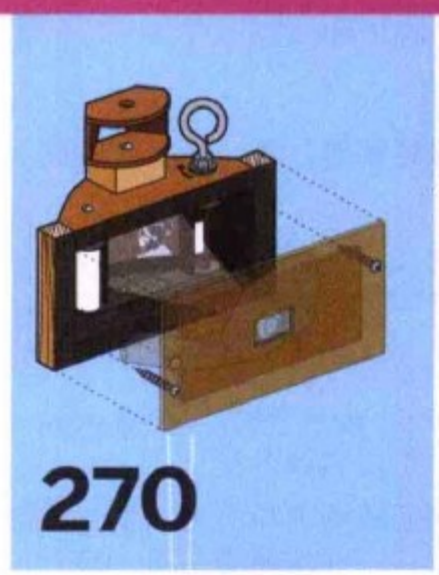
警告：请不要对准自己或是他人的脸!Phenomenauts不对这个设备造成任何的损失负责。

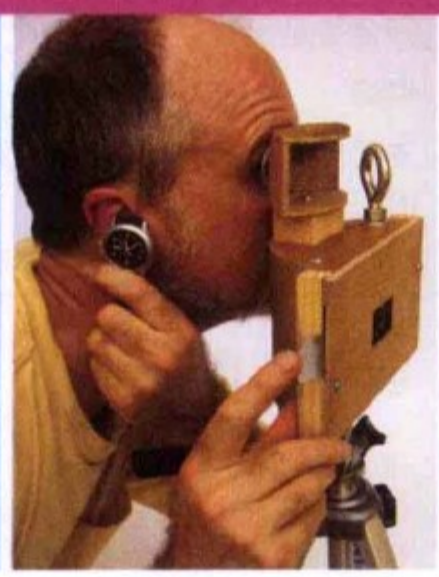
绘图：沃本思·斯科金

在令人惊讶的2002年，格雷格·阿瑞斯教授被邀请加入Phenomenauts的特别火箭计划。完成这个任务之后，他成为该品牌的武库经理和声效工程师，有时作为科学官员。

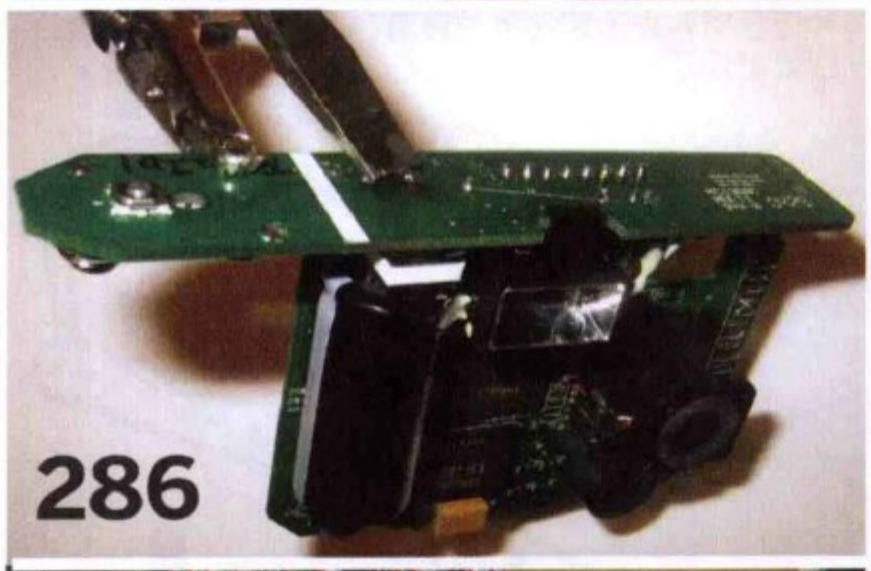
“我曾在大法官阿利托的确认听证会上记录一些画面。拍摄过程中，摄像机锁定了，阿利托依然那样坐着，在后面那排的穿浅紫色外套的女士也还坐在那儿。而我想坐到她旁边喝啤酒。”

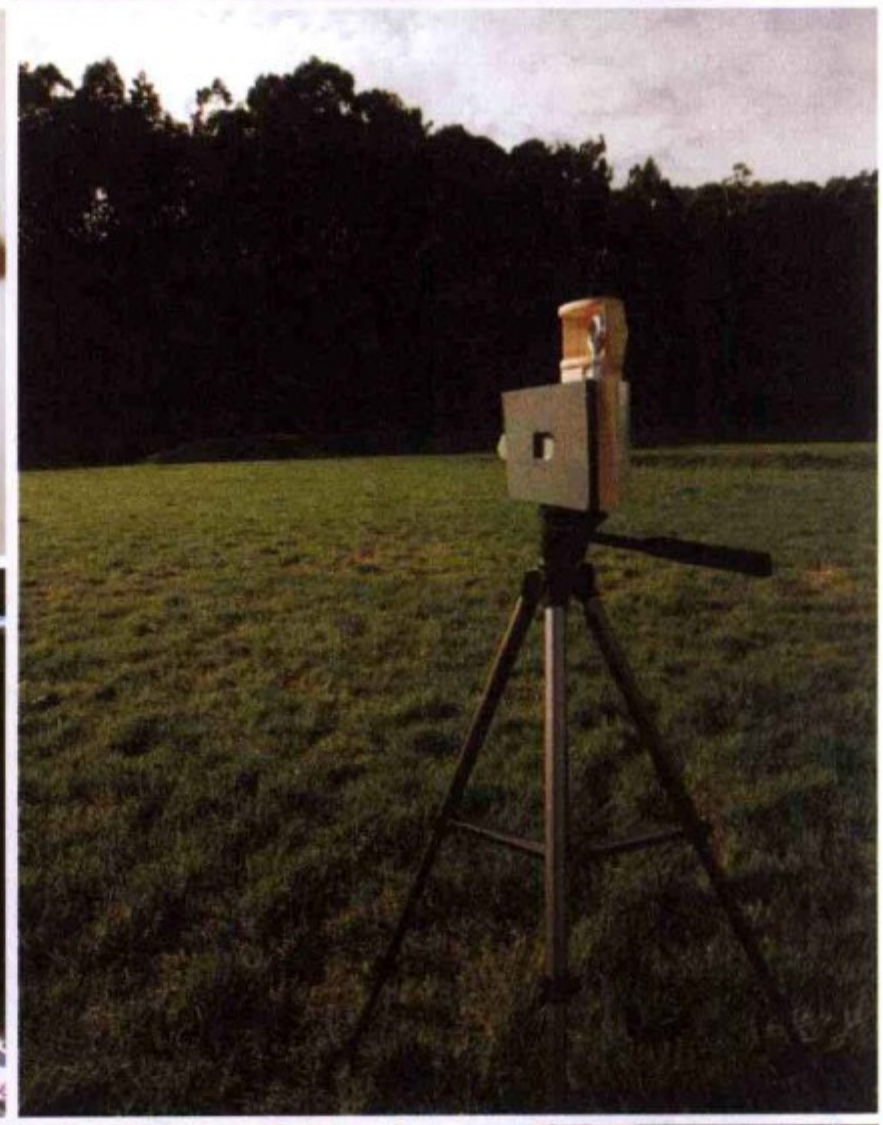
比尔·巴明斯基



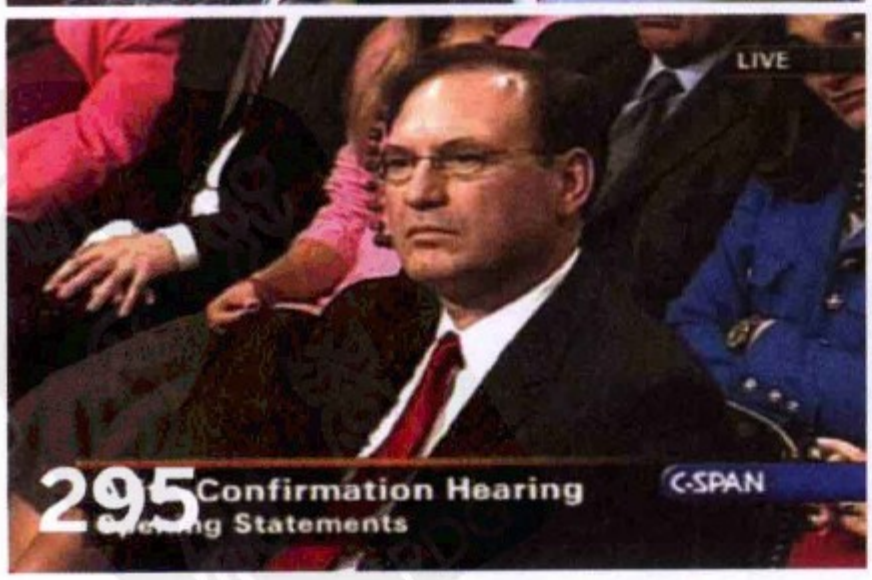


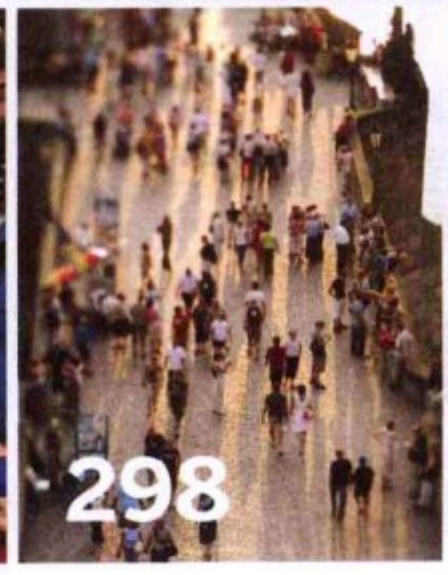


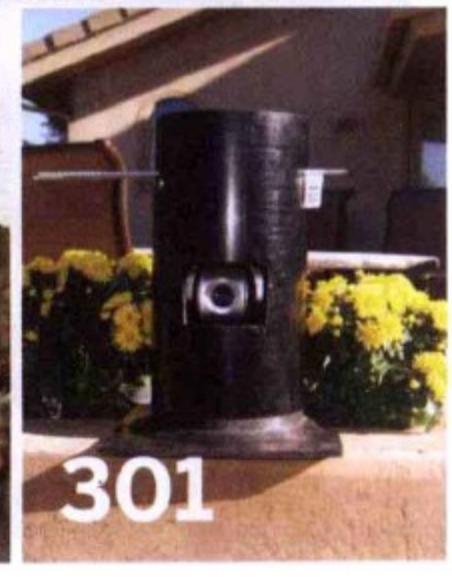












最佳
摄影项目



不要坐在那儿，要像《老大哥》[1]那样充满欢乐

袖珍数码摄像机、手机摄像头、网络摄像头、闭路电视/监视摄像头、谷歌卫星和街道视图、Flicker[2]、YouTube[3]……历史上还没有如此繁荣的“拍照时代”呢。我们如今简直就是生活在媒体中，而且可能会永远这样下去。制作爱好者的反应是破解信号，入侵捕获它的机器。在这一节中，内容将涵盖从风筝上的悬挂式一次性数码相机，到制作自己的定格动画，再到在电视中合成自己的影像等不同的内容。

[1]《老大哥》（Big Brother）是1999年9月16日在荷兰首播的一档真人秀节目。参加节目的选手将住进一间布满了摄像机及麦克风的屋子，所有的一举一动都将被记录下来放到银幕上，也被许多国家模仿——译者注

[2]Flickr是一家提供免费及付费数码照片储存、分享方案的在线服务网站，也提供网络社群平台——译者注

[3]YouTube是世界上最大的视频分享网站，为用户提供下载、观看及分享影片或短片平台——译者注

针孔全景相机

罗斯·奥尔



针孔全景相机

不必安装透镜、低技术要求，这些让针孔相机一直被奉为制作爱好者之友。不过现在，让我们抛开“桂格燕麦片”的纸盒，带着我们的底片走向一个更广阔的领域吧，试着设计一台全景相机如何？

最近，我新买了一台扫描仪，不久我发现自己开始乐于倒腾那一抽屉一抽屉的旧照片，重温沉醉于摄影的轻狂时代。其中最有趣的一些照片，是我在十几岁的时候试验针孔相机时拍摄下来的。那些由于长时间曝光导致的幽灵般半透明的景物边缘，以及通过把底片弧形放置造成的形态弯曲，让这些图像似天外之物一般，这也让我重新拾起了对于针孔相机的执念。

于是，我来到工作室准备做一个新的。完成一个之后，便一发不可收拾地决定再做一台、再做两台……最后，我总共做了超过一打的相机，其中一台针孔全景相机的设计是我最喜欢的。不像那些简单的针孔相机，它使用标准120mm底片，这意味着你不必在照完一张照片后打开相机的暗盒重新填充胶片，同时，你也不再需要进行后续处理的暗房——你只要拿着底片去冲印店冲洗即可。另外，不像那些从旧相机里拆卸过片系统重新使用的做法，这一设计让我们可以完全从头开始。

准备：第273页　制作：第274页　使用：第279页

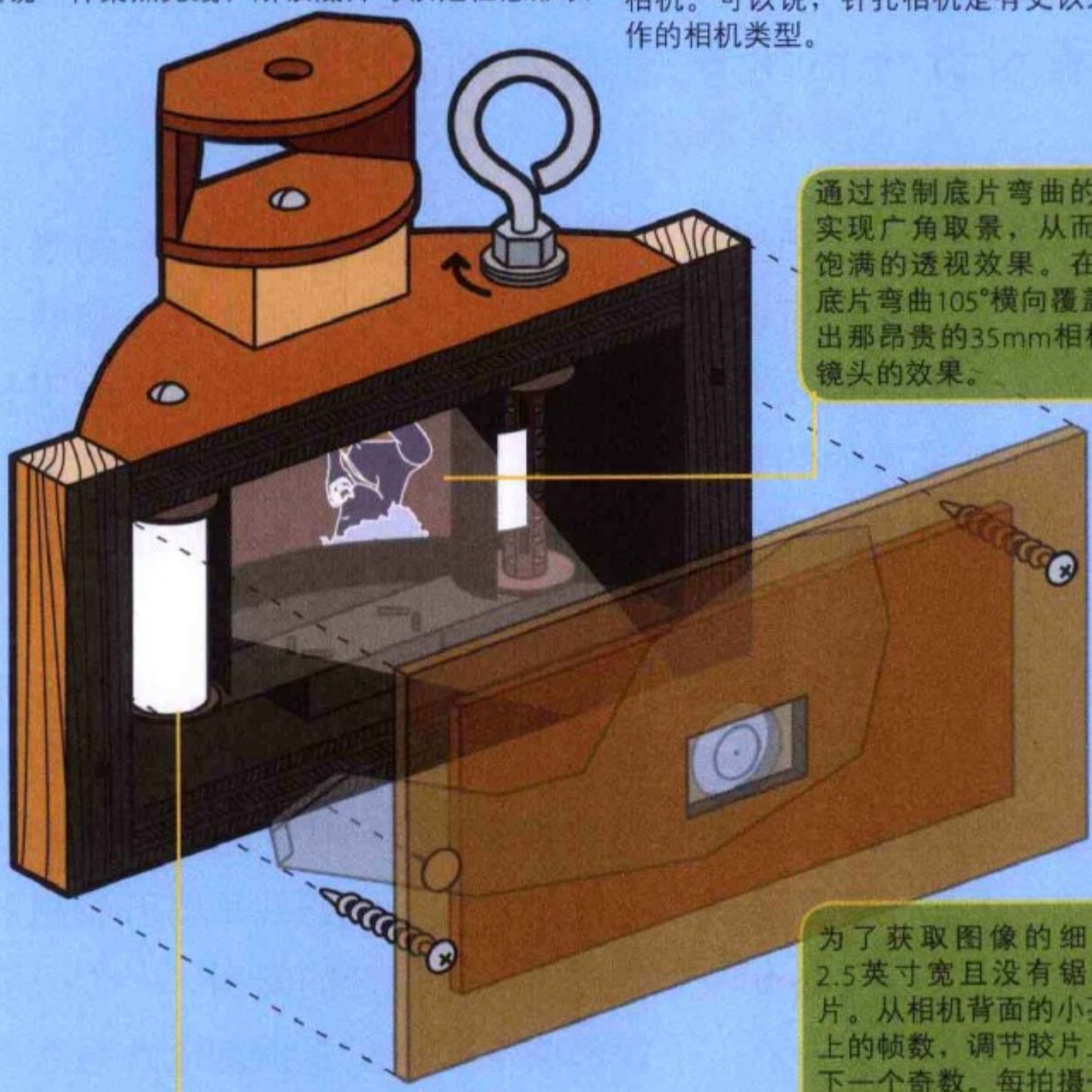
摄影：山姆·莫菲

罗斯·奥尔在美国密歇根州的安娜堡继续自己的摄影生涯。他常为本书英文版供稿，闲暇时喜欢摆弄那些低技术要求的小玩意儿以及外来入侵植物。

单孔成像

单孔相机的主体结构是一个不透光的盒子，盒子的一面放有底片，而另一面上则有一个小孔。由于底片上的每一点通过小孔都只能看到景象中对应的某一个特定点，这幅景象便会烙印在胶片上，不管它是亮的、暗的、蓝的还是红的……由于针孔不会像透镜一样聚焦光线，所以底片可以是任意形状的，也可以灵活地摆放在距离针孔的任何距离上，而相机的外壳可以用任何不透光的材质制作。

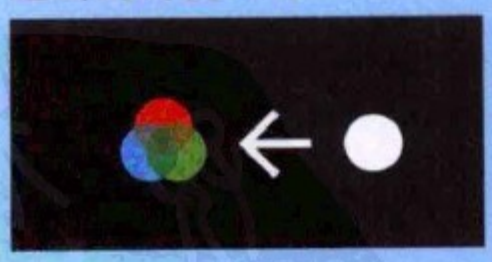
由于几乎没有设计上的限制，针孔相机爱好者们已经制作出众多奇形怪状的作品，从薄荷糖罐到停机库，甚至动物骨骼和挖空的蔬菜都被用来制作相机。可以说，针孔相机是有史以来最容易上手制作的相机类型。



通过控制底片弯曲的弧度，你可以实现广角取景，从而制造出标准而饱满的透视效果。在针孔相机中让底片弯曲105°横向覆盖，就可以制造出那昂贵的35mm相机上16mm广角镜头的效果。

为了获取图像的细节，我们使用2.5英寸宽且没有锯齿的120mm底片。从相机背面的小孔观察底片衬纸上的帧数，调节胶片上卷器直至出现下一个奇数。每拍摄一幅全景影像，我们都要更换一个帧数，每卷底片可以拍摄6幅照片。

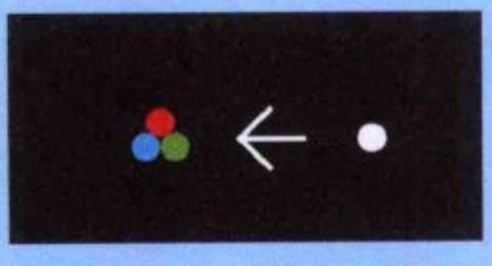
适当的针孔尺寸



太大：图像上将出现针孔大小的光斑重叠。过大的针孔将使照片丢失比其直径小的所有细节。



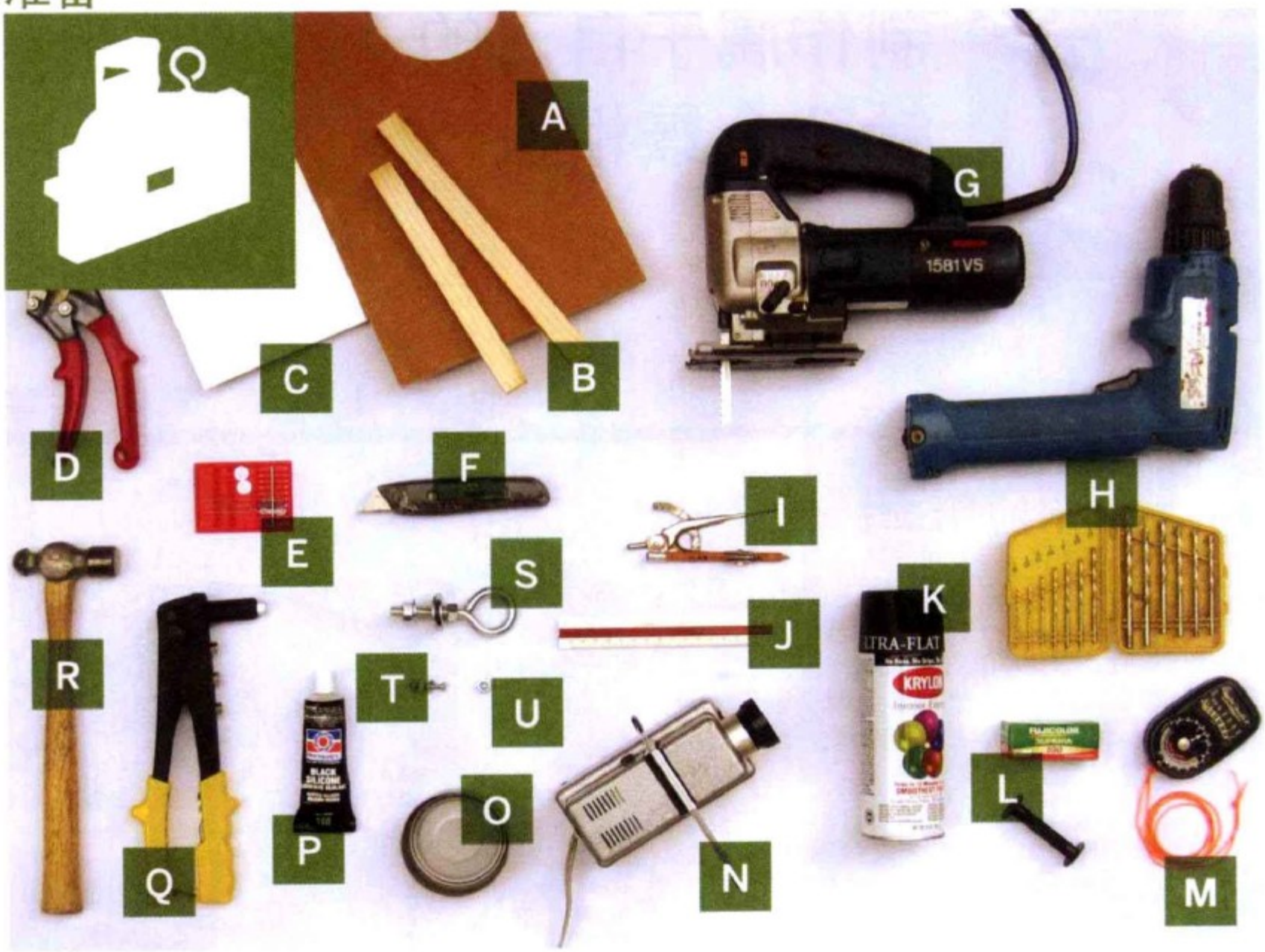
太小：如果针孔太小，光线将发生衍射并在图像上留下糊迹。过小的针孔还减少了进光量，故而要求更长的曝光时间。



正确的尺寸：很多学者经过研究，已经计算出了正确的针孔尺寸。拥有常见镜头焦距的相机，其针孔大小为0.2～0.5mm。

绘图：尼克·舒尔茨

准备



材料

[A]1/2英寸厚废弃MDO（多学科设计优化）胶合板，至少6英寸见方。中等密度的MDO板拥有看起来不错的光滑表面。

[B]1/2英寸×3/4英寸厚的松木条（2根），每根大概6英寸长

[C]铝板，0.01～0.02英寸厚（比如屋顶防雨板），大约1英尺见方。

[D]夹铁钳

[E]缝合针

[F]美工刀

[G]线锯或曲线锯、带锯

[H]电钻以及配套的钻头

[I]绘图用圆规

[J]英制测量尺和米尺或测径器。

[K]黑色的扁平喷漆

[L]一卷120mm的底片和一个测试用的便宜的、过期的胶卷（2个）或旧胶卷和卷轴。

[M]测光表或内置测光表的相机（可调节）。

[N]幻灯机或幻灯片扫描器。

[O]金枪鱼罐头盒或其他来源的弹性钢片。

[P]黑色硅酮密封胶

[Q]抽芯铆钉枪以及抽芯铆钉（铆钉未显示在图片中）。

[R]圆头锤

[S]带有配套的螺母（2个）和垫圈（2个）的2英寸吊环螺栓（或指旋螺丝）。

[T]#10×1英寸螺栓，带有配套的螺母和垫圈。

[U]1/4英寸#20螺帽

[未显示于图上的材料]

环氧树脂胶或木用胶水

1/4英寸厚的胶合板，至少9英寸见方。

7英寸规格防尘垫

1/4英寸规格圆头木螺丝（4个）和1.5英寸规格圆头木螺丝（4个）。

麦片盒纸板

订书机或大头针

绝缘胶带

320型砂纸

木工尺

钢锯

锉刀

螺丝起子 任意型号

几块废弃的木头

摄影：罗斯·奥尔

制作

制作属于自己的针孔全景相机

开始>>

时间：1~2天　　难度：中等

1. 制作机身和过片系统

1a.为机身的顶部和底部绘制图样。我们将在胶合板上裁下两块相同的D形：弯曲的一侧为半径65mm（约2.56英寸）、圆心角度为105°的圆弧。接下来，在直线一侧的两端，距圆心1/4英寸处分别画上两个记号。可登录makezine.com/09/pinhole下载我使用的图样。



1b.按照图纸，用线锯或带锯在1/2英寸的胶合板上裁下两个D形的木板。



1c.将这两块木板夹在一起，打磨，直至切面光滑，形状一致。



1d.在顶端的木板上，用图样标记出过片卷轴的中心位置。为胶卷上卷器钻一个3/8英寸的孔，当你面向相机的背面时，保证该孔位处于相机的左侧。在相机右侧，为供片轴钻一个3/16英寸的孔。在底部木板的中心位置，从底面开始，钻一个1/2英寸的埋头孔。

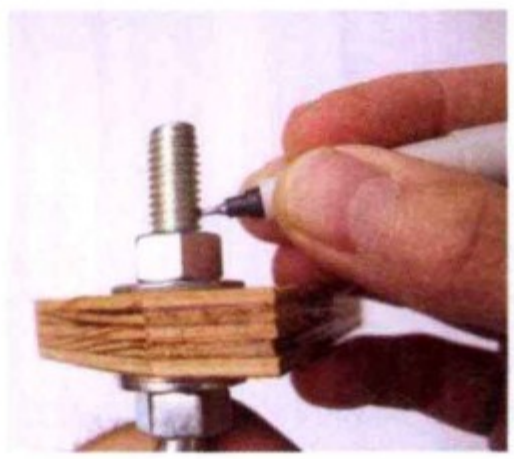


1e.将一个1/4英寸#20螺帽黏在底部木板的埋头孔中，作为三脚架的连接口。

1f.将3/8英寸的吊环螺栓穿过顶端木板上的孔，在木板的两侧都拧上螺母和垫片，测量一下处于相机内侧的螺母插入木板的深度，之后找一些螺母和垫片，一起套在#10螺丝上（作为供片轴），使之与该深度吻合。



1g.裁去两个螺丝的尖端，使它们仅高出螺母1/8英寸。从一个态度友好的冲印店找一个空的120mm胶卷轴，或者从一个未使用的便宜的、过期的120mm胶卷中取用；这将是连接在上卷器上的收片轴。把两侧螺丝的断面打磨平整，使它们能够插进卷轴上的槽。

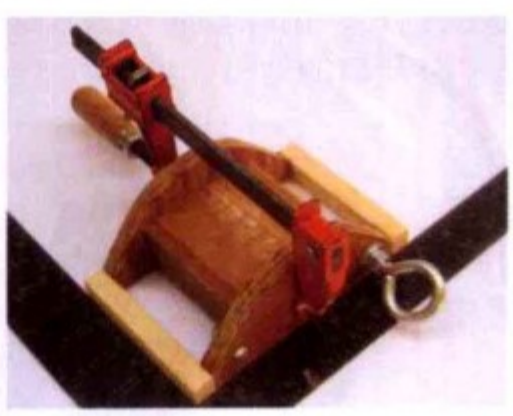


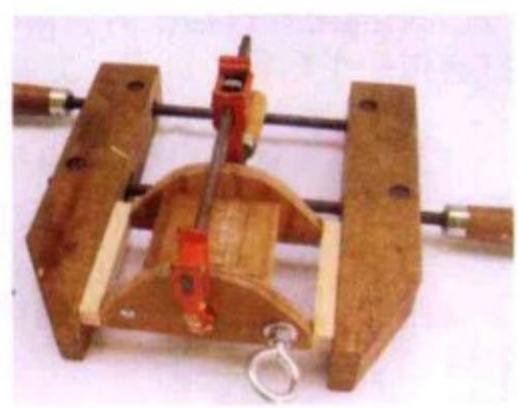


1h.用防松螺纹油或者轻轻压扁螺纹的方式固定螺丝，使它能够轻松地旋转，却不会变松或被拧紧。

1i.测量卷轴的高度，再加上两个螺母的高度就估算出了相机的内高；这一高度应保证胶片能够在其中心位置垂直摆放。以此高度为基准，裁一块废弃的木块。

1j.用相机的内高加上1英寸（两个胶合板的厚度）就估算出了相机的外高，从1/2英寸×3/4英寸的木头上，照此高度裁下两节，作为相机两侧的纵梁。将两块木板与长条木块夹在一起，确认4块木头平整地接合并呈一条直线后，便可以动手粘合。





1k.胶水干后，裁一段1英寸×5英寸的有弹性的钢条——我用的是金枪鱼罐头盒的侧面。对准相机顶端的两个螺丝，钻上两个1/8英寸的孔，将抽芯铆钉穿过这两个孔。这两个铆钉将固定住过片系统的底部。



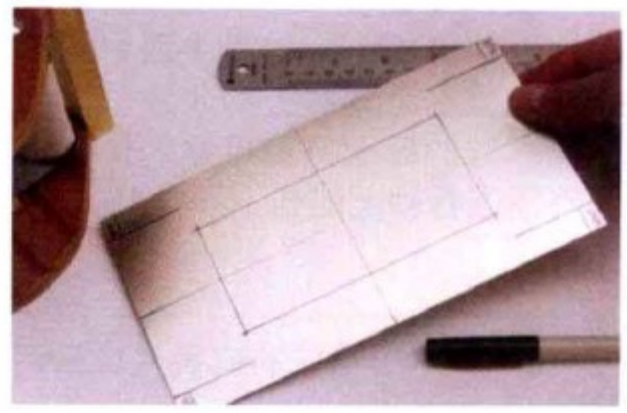
1l.按相机内侧螺母的厚度裁一小节木头，用订书钉或者图钉将铁片和木头的中心位置钉在一起。我使用的木块的规格是3/8英寸×1英寸×1.5英寸。用胶水将木块固定在相机底部的内侧。将供片轴与收片轴安装在螺丝与钢片中间，调整钢片的角度直至卷轴呈垂直状态，之后夹紧各零件等待胶水干透。





2. 制作取景框

2a.裁一段8英寸宽，与机身等高的防雨铝板。在中心位置画一个2.25英寸×4.75英寸的矩形。在每个角，距离铝板边缘1/2英寸（与胶合板的厚度相匹配）处，画一条与边缘平行的线，线的远端与矩形的宽齐平。测量胶合板弯曲的一面，并且在铝板的相应位置做标记。比如我的相机的测量结果是7.75英寸，所以我在铝板两侧各1/8英寸处做了标记。



2b.用夹铁钳沿4条平行线切割，并按照上一步中的标记，裁去多余的部分。用美工刀沿矩形边线裁切，之后弯曲铝片，掰断矩形内的部分。

2c.向内弯折铝板两侧翅膀状的铝片，用螺丝起子做压弯成形机，弯出一个光滑的90°弧面。打磨每一个粗糙的边缘，尤其是中心开口的地方。

2d.将取景框贴合至相机的弧面处。微调弯曲的翅膀状铝片，保证它们不会刮到底部的钢片，小心地卷曲它们，使之与卷轴的弧度相吻合。





2e.在胶合板的弧面边缘涂上一层薄薄的黑色硅酮密封胶，将取景框粘在上面，用胶带固定其位置直至粘牢。

2f.把你准备的测试用胶卷放到取景框后方（拉出胶片，如果它无法处于取景框的中心位置，去除或添加卷片轴上的垫片）。在取景框上标记出胶片的边缘。

2g.从麦片盒上剪下两条细长的纸片，当做胶片的导轨。涂上一层薄薄的硅酮密封胶，沿上一步中做好的标记将它们粘牢。确保留出一些微调的空间，使胶片能够顺畅地在导轨的中间滑动。



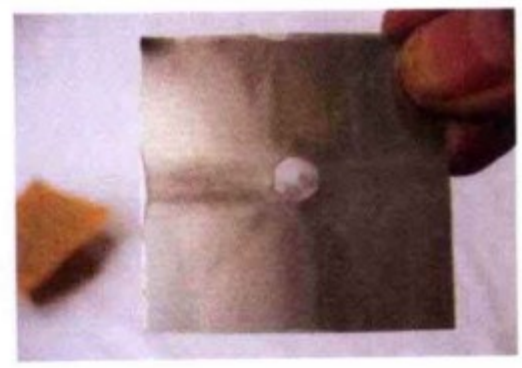


3. 制作针孔

3a.裁几片14英寸见方的钢板；我们将在每一片上钻一个针孔，并将它们放在35mm幻灯机或幻灯片扫描仪中，选出针孔大小最合适的一片。

3b.在每一块钢板上的中心位置，用圆头锤砸出一个凸点。





3c.用#320砂纸打磨这个凸点，直到用针轻压便可以出现一个小小的凹痕。

3d.将钢片放在电话簿上，轻按针尖直到上面出现一个小洞。将针眼周围的芒刺全部磨平，朝小孔中吹气，去除其中的碎屑，然后检查其直径。

3e.用幻灯片放映机或扫描仪检测每一个针孔的直径以及是否为正圆。为了配合65mm焦距的相机设计，我们需要一个直径0.33mm、误差率为正负20%的针孔。用焦距除以针孔的直径，便得出了光圈的数值，我们追求的光圈大小为f/200。



如何用幻灯片扫描仪：将扫描仪设置在最佳的像素分辨率下，扫描针孔，将图片软件设置到以毫米为单位，并读取针孔直径。

如何用幻灯片放映机：设置幻灯片放映机，使35mm的幻灯片大小为52英寸×35英寸。将针孔放进放映机中，观察并找出一个直径为1/2英寸的光点。

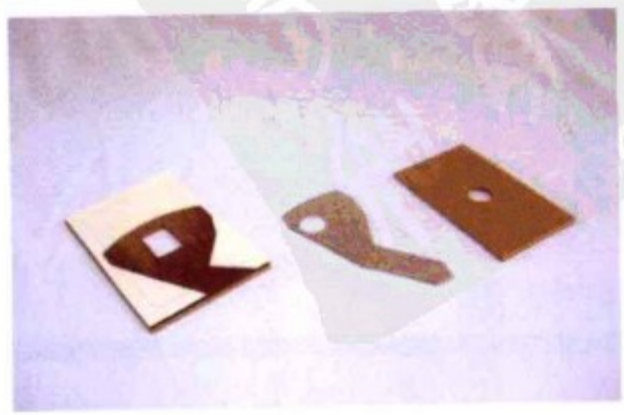
4. 制作相机的前盖和快门

因为需要较长的曝光时间，所以制作针孔相机快门的技术要求真是空前地低——一块黑色的电工胶布就可以胜任，不过我还是推荐简便的“雪茄刀”设计方案。由内外板材框定的进光口，可以使任何从边缘跑进来的光线偏转，进而在照射到胶片之前消失得无影无踪。

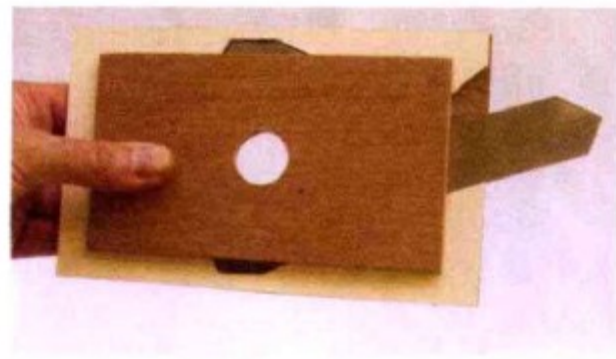
4a.在1/4英寸厚的胶合板上裁下两块矩形，一块吻合相机前盖内侧的尺寸，另一块参照前盖外侧的尺寸。我的两块木板尺寸分别为4英寸×5.75英寸以及3.5英寸×5.25英寸。

4b.在小块（内侧）木板的正中央，钻一个直径为7/8英寸的孔，并在大块（外侧）木板的中心开一个1英寸×1.5英寸的矩形。如果你想简单地用胶布作为快门，就把这两块木板用胶水粘好，然后直接跳到步骤4e。

4c.用纸盒、图钉圈定轴控快门与快门活动空间的图样。快门的轴点在前方面板的右侧（如果你不是左撇子）。孔径约2英寸；这将是快门的内沿。快门的活动空间将限定快门活动范围，使其能够在全开与全闭间变化。完成设计稿之后，从防雨铝板上裁下快门的形状，从麦片盒上剪下活动空间的形状。



4d.将框定活动空间的纸板粘在外侧的面板上，在金属快门的活动轴点钉上图钉，固定在木板上相应的位置，将小块木板放在快门的后侧。测试一下，确保这组装置能正常运作。



4e.分别取出每一片零件，将内侧木板的两面、快门及外侧木板的后侧涂黑。重新组装快门并粘牢。

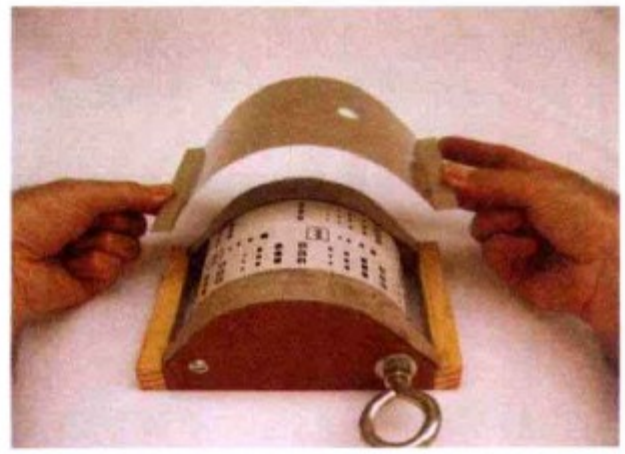
4f.将针孔对准快门的中心，用胶带固定。举着这组零件对准相机，用光源照射取景框，看光是否能没有阻碍地照射到底片上。胶合板不应阻碍任何光线照射到胶片的任何一个角落。



4g.钻出导孔，用两根3/4英寸的木用螺丝将前盖与纵梁拼接起来。

5. 制作后盖

5a.裁一片与相机后盖的宽、高吻合的防雨板，弯出1/2英寸的侧翼覆盖相机的纵梁。在背板左起1.25英寸处钻一个直径1/2英寸的孔，方便我们观察帧数计数器。用一小块黑色胶带盖住这个孔；只要你不是正在过卷，这块胶布就应一直盖在小孔上。



5b.将相机的内部和背板的内侧涂黑。但不要将木质的纵梁和取景框接触胶片的一侧涂黑，而是要先用黑色的胶带覆盖这两处区域，再用喷漆涂黑。

5c.用少量的硅酮密封胶，采用涂胶法组装相机的后盖，以防胶水溅到片道上。将后盖的侧翼钉在纵梁上并夹紧，用胶带将后盖与相机的D型圆弧固定在一起，直至胶水干透。



5d. 完工！开始拍照吧。



注意：上图展示的相机带有取景器。查阅其制作步骤，请登录makezine.com/09/pinhole。

结束

现在就去试试它吧！

使用



加入针孔狗仔队

120mm胶卷

一旦你从铝箔袋中取出120mm胶卷，唯一能够阻挡环境光、防止底片曝光的装置就是卷轴两端的衬纸，事实上它们紧紧地缠在卷轴上。所以要多加小心，千万别在阳光下填充胶卷。

选择感光度100度或200度的底片。任何更快速的底片将使相机在晴天曝光时间过短，导致无法准确计时。我推荐富士的Superia彩色胶卷和Acros黑白胶卷。

给相机装胶卷

胶卷用完后，不用倒卷；相反地，要把它们都卷到收片轴上。原来的内轴可以用作下一卷胶卷的收片轴。

1.松开相机的前盖，抽出一小段胶卷的衬纸，用（湿润的）指尖勾住衬纸穿过取景框。

2.用胶带将衬纸粘在收片轴上，绕一圈，然后盖好相机。

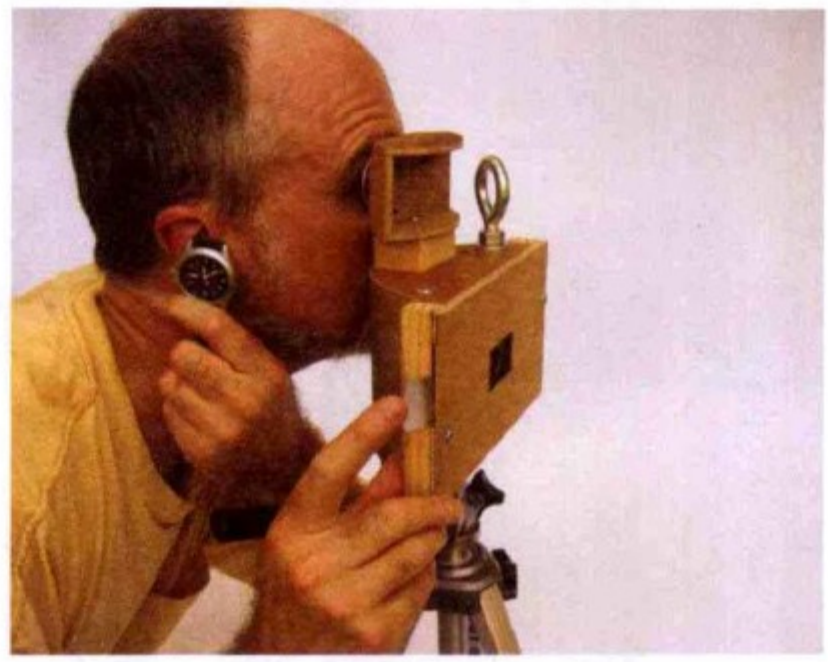
3.旋转上卷器，直至相机背面的小孔中出现数字“1”。现在，你已经上好了胶卷，开始拍照吧（别忘了每次上完卷后，重新用黑色胶布盖住相机背面的小孔）。

拍照

利用取景器拍摄，你须要移动你的眼睛，观察取景框的每一条边缘。

每照完一张照片，记得过卷，直至小孔中出现下一个奇数，免得造成意外的二次曝光。一卷胶片可以拍摄6幅双倍宽度的全景照片。

如使用感光度100度的胶卷，可以尝试在阳光下曝光2秒，影子中曝光10秒。在如此慢的快门速度及较高的相机高度状态下，你需要一个三脚架保持图像边缘的锐度。如果情况紧急，把相机放在平整的表面上效果也是一样的，但是注意不要在曝光的同时摇动相机。在其他的光照条件下，用测光表或内置测光表的相机确定曝光时间。记住你的相机的光圈大小是f/200。很少有



测光表拥有如此高的光圈数值，但是你可以使用f/16的光圈数值，并将曝光时间乘以150。别因为犹豫而导致预定时间加倍。底片对于过度曝光的容忍是有限度的。为了避免曝光时间过长，可以找只手表放在耳朵边，依靠表针的滴答声计时。

照完一卷胶片

当第11幅胶片（即第6张，也是该卷的最后一张照片）曝光后，持续卷片，直到衬纸从相机背面的小孔中消失。在弱光中打开相机，用透明胶带将胶卷绑紧（如果你发现收片轴上的胶片缠得太松了，拧上卷器的时候就要更用力）。

在任何一家提供专业服务的冲印店或相机店，你都能以大约5美元的价格冲洗这卷120mm底片。不过6英寸×12英寸并不是底片的标准尺寸，所以记得提醒他们只须冲洗底片而不要剪裁。之后你便可以用胶片扫描仪自行扫描。巨大的底片尺寸意味着即便使用廉价的扫描仪也可以获得不错的效果——解析的过程无疑会为针孔图像添加柔性（暗室冲印一样适用，使用4英寸×5英寸规格的放大机）。

想获取针孔摄影素材及附加资料，请登录 makezine.com/09/pinhole。

针孔摄影画廊

设计针孔全景相机的想法来自2006年初的一次心血来潮。从那时起，我就热衷于发掘它将如何把我家乡那些熟悉的场景转换为鲜艳而充满惊喜的画面。



大亨堡 针孔相机毫无景深的限制，使你可以无限接近想要拍摄的物体，并在拍摄时虚化远处的背景细节——制造出各种有趣的构图方式。当直线出现在画面中时，我们可以明显地发现针孔全景相机中底片特有的弯曲弧度；而当没有直线的时候则不易被察觉。利用相机的宽幅取景效果，我喜欢让拍摄的主体远远地偏离中心。

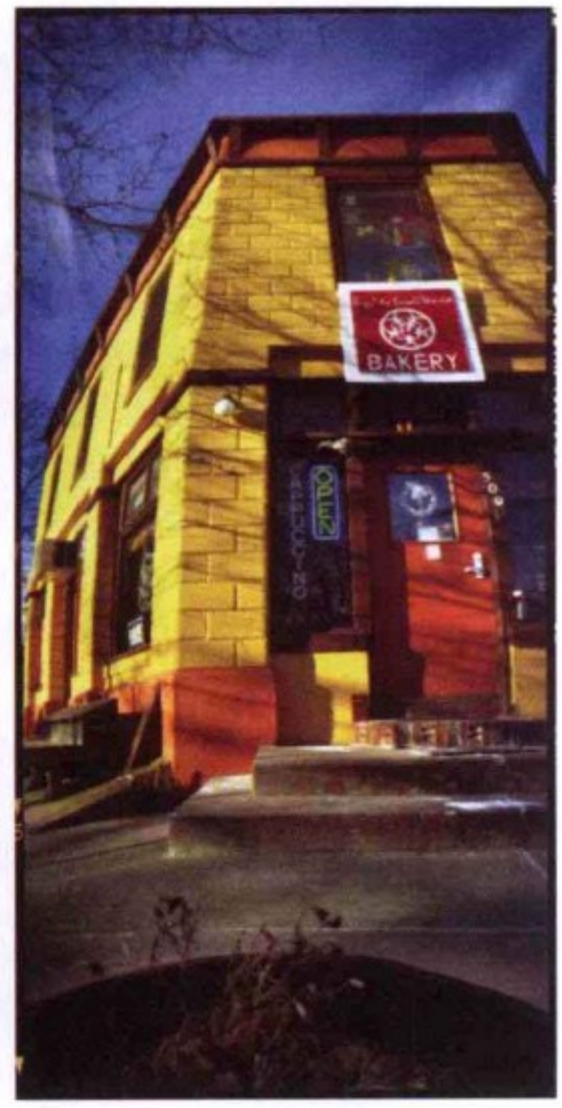
咖啡馆 这是我第一次试用针孔全景相机的原始机型时拍摄的照片，我相当喜欢它。在9分钟的曝光时间里，人们起身、坐下，完全没有察觉到这个放在我桌子上的怪家伙正在拍摄照片。表上的分针已经模糊到虚无。那时我根本不知道这张照片会拍成什么样子，但是当底片被拉出显影池后，我真是无比地开心。











针孔档案

浏览更多罗斯·奥尔的针孔摄影作品，请登录：flickr.com/photos/vox/tags/pinorama

自制针孔相机摄影Flickr小组地址：flickr.com/groups/homemadepinhole

自由广场的树挂灯 当我开始拍摄这幅曝光15分钟的照片时，日光正从天空中隐去——当时的我正拎着那怪家伙在黑暗的公园中闲逛。当底片冲印好后，我相当惊讶，由于光波穿越针孔时发生的散射，针尖大的光束碎裂成细小的涟漪。背景中，由于走走停停的交通状况，汽车的尾灯拉出一条条光影，为画面凭添了一丝活力。

商业区 穿越车流来到密歇根州安娜堡市的市中心，我架起三脚架开始为这个漂亮的老商业区拍照。一对情侣在人行道上等待过马路，这段静立的时间足以让胶片在3秒的曝光时间内记录下他们的身影，不过另一个走过镜头的购物者则完全模糊了。窗户上闪烁的光点完全是意外收获；看来针孔摄影很容易招来有趣的惊喜和意外。

桃子 针孔摄影作品很容易呈现出神秘的，甚至是犹豫的情绪。但是我喜欢反其道而行，寻找那些有活力的、色彩鲜艳的拍摄对象。强烈的入射光线能产生更强的冲击力和对比度。有时我也喜欢反常规地使用Photoshop的虚光蒙版滤镜（用极大的半径，参数设定为大约12%）来驱除针孔照片中的“雾气”，恢复场景的亮丽效果。

矗立的黄色面包房 我总是很乐于享受下午的阳光，观察它如何将隔壁的这间颜色亮丽的面包房照得闪闪发光。这是用一卷已经过期3年的柯达专业胶卷拍摄的；不过，任何轻微的颜色变化都很容易在扫描的环节中校准。从历史上看，最大的120胶片使用群是婚纱摄影师和其他专业人士。但这些摄影师们骤然转向了数码摄影领域，导致相机店经常用半价甚至更低的价格出售过期的存货。

基尔良数码摄影

无需胶片拍摄“光晕”。

约翰·罗维妮

基尔良摄影记录了物体周围高电压电晕放电的过程。有人称这种放电为“光晕”，并把这些极抽象的、超自然的因素归结于其变化的参数。最初的基尔良摄影技术是一个使用胶片接触打印的过程。本文介绍了另外一种使用数码相机进行基尔良摄影的方法。

这种技术可以追溯到18世纪晚期，当时乔治·克里斯托夫·利希滕贝格（Georg Christoph Lichtenberg）第一次使用静电和火星在灰尘中创造了“电子相片”。尼古拉·特斯拉（Nikola Tesla）分别于19世纪80年代和20世纪初期用著名的特斯拉线圈（Tesla Coil）拍摄到了电晕放电。另外的人紧随其后。1939年，俄罗斯的夫妻研究团队塞姆扬（Semyon）和瓦伦蒂娜·基尔良（Valentina Kirlian）开始了长达30年的对电子摄影的深入研究。

20世纪70年代，希拉·奥斯特兰德（Sheila Ostrander）和琳·施罗德（Lynn Schroeder）合著了划时代的《不易察觉的超自然发现》（Psychic Discoveries Behind the Iron Curtain）一书。该书使得基尔良夫妇的工作在英语国家流传开来。从那时候起，电子摄影就被称为基尔良摄影。

围绕基尔良相片曾经有很多断言，但是绝大部分现象都有传统的解释。比如说，一个诚实的人撒谎时，“光晕”的变化是由于压力增大电阻增加而导致的，便携式测谎仪能检测出增加的电阻。皮肤电阻的变化也可能是由疾病、劳累、药品、酒精以及其他因素引起的，在基尔良摄影术的帮助下，就可以使这些因素变得能够直接观测，而不需要用超自然的“生物等离子”来进行解释。基尔良摄影师相信这种摄影技术能在明显症状出现之前诊断出病情。这是一个让人感兴趣的想法，但是从来没有被科学调查证实过。

一个著名的基尔良现象，也就是所谓的“幻影树叶”，不能被已知的物理规律解释，但它有可能是假的。这个试验做起来很容易：先把树叶切掉一部分，然后用基尔良摄影拍照。苏联时代的基尔良摄影拥护者留下的照片表明，被切掉的部分还是神秘地显示在照片上，这暗示即使物理部分已经不存在，但是还有一个神秘的“生物等离子体”存在。但是许多研究者和试验者都没能重现这种效果（包括我自己），不过，可以通过两次曝光轻易地伪造这种照片：先对完整的叶片进行短暂的曝光，然后切掉一部分，再继续曝光。

尽管我没能利用基尔良摄影观察到任何超自然的现象，但是我喜欢基尔良相片，它们独特而且漂亮。我也喜欢探索，因此多年以来，我继续寻找“幻影树叶”，当我想到新的方法时，我偶尔也会回到基尔良摄影术。如果“幻影树叶”真的存在，并且有人发现能够稳定重现它的电压、频率、压力、环境湿度、曝光时间和其他试验参数的确切组合，那么将会是一个新规范的起点。

底片和数字技术

传统的基于底片的基尔良摄影很简单。在一个完全黑暗的环境下，把一张底片置于金属薄片顶部，再将被摄物置于底片上。如果被摄物是没有生命的，则需要接地。然后给金属薄片加以高电压。位于物体和高电压金属薄片之间的电晕放电在底片上就会显示为一个接触的印记。把它冲洗出来，就是一张该物体的基尔良照片。

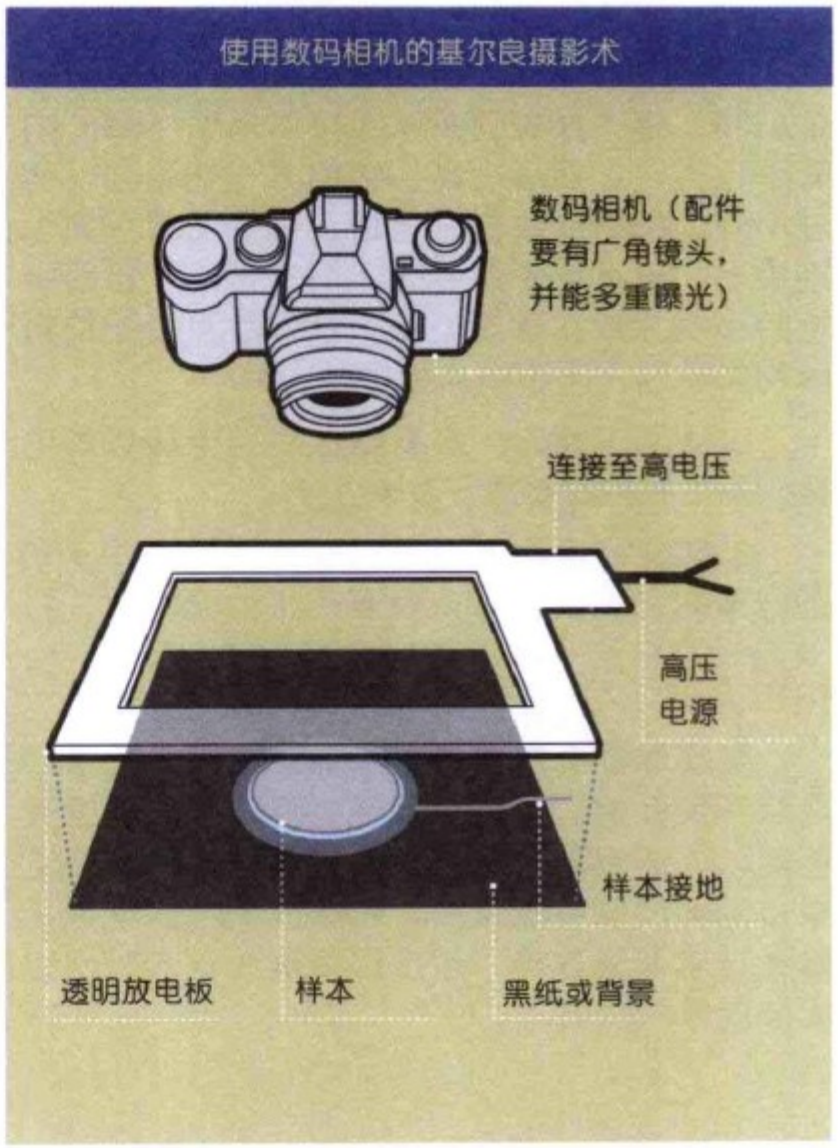
用数码相机拍摄基尔良照片，所用的技术有点不一样，它使用透明的放电板而不是金属薄片。这种通电板的一面有一层很薄的锡氧化覆盖物，它非常薄，以至于看起来是透明的，但是它仍然可以导电。把物体置于通电板一

摄影：约翰·罗维妮

边，相机放在另外一边。在拍摄过程中，如果被摄物体没有生命，则需要接地。

把房间里的灯全部关掉，打开相机的快门，并把高电压接于透明的通电板。相机就可以捕捉到位于物体和通电板之间的电晕放电。

如果使用有底片的基尔良摄影，放电电流要穿过底片的3个基色层并且从不同深度激活每层的银粉。而对于用数码相机进行基尔良摄影来说，它只发生在通电板上，这就使得用胶片拍摄的基尔良相片在边缘附近颜色更加丰富，但精确度不如前者。



危险：高压

除非你是对极高压电源作业很有经验的成年人，否则就不要在没有专家帮助的情况下尝试这个实验。这个实验只适用于很有经验的成年人。稍有不慎，就会造成严重受伤、死亡或者财产损失。

材料

能够手动对焦和多次曝光的数码相机。如果有用于特写的广角镜头则更好。

高电压：可以用特斯拉线圈、交流电感应线圈、高电压反激交流变压器或者其他能输出5000V以上、1～5mA电流、任意频率（或者直流）的电源。变频电流也可以。我提供的PG13能很好地满足这个需求，参考makezine.com/go/highvoltage。

透明放电板：可以去购买，也可以用导电玻璃（有锡氧涂层）、透明塑料、薄铜片、银环氧化物和高压线自己制作。请参考makezine.com/09/kirlian了解原材料和制作方法。

支架、三脚架或者其他可以使相机静止的装置。

黑纸或者泡沫塑料板。

高压线，外有铁氟龙或者其他材料的涂层，保证高压安全可靠。

做好准备，固定相机，拍摄

为了捕捉电晕放电，需要长时间曝光，因此须要保持相机静止和物体稳定。我使用翻拍架保证相机向下，然后把物体和金属薄片放在它的正下方。所有东西安排妥当后，就可以按照下面的步骤进行拍摄：

1.黑色背景效果最好，因此有必要在工作台面上放一张黑纸或者泡沫塑料板（必须是不导电的）。如果是拍摄无生命的物体，比如一片树叶或者一枚硬币，就需要把台面接地。为



绘图：达米恩·斯科金

了达到接地的效果，要在黑色背景的中央开一个小洞，将一根长的高压线接到地面（用一根管子也行）。然后把高压线的另一端剥开，穿过小洞，把物体放在它上面，确保两者可靠地连接上。也可以不用导线，而是把一个已经接地的小铜片放在背景下面，这样就可以把拍摄的物体通过孔洞和铜片相接触。

2.从高压源连一根高电压线到电极板的电极，然后把电极板置于物体上方。

3.把被拍摄物体调节到取景框中，并手动进行聚焦。如果你可以设置相机的光圈数，打开相机孔径，尽可能多地将光圈数减小。你可能会经常拍那些不需要景深效果的平面物体。将快门速度设置为15秒或者以上。

4.将屋里所有的灯关掉。接通高电压并调节它的频率以提供最强的放电。按下相机快门，并让电源持续整个曝光的全过程。

5.评估照片，进行调整或者重拍。如果照片洗出来太白，那么就增大光圈数并减少曝光时间。如果太模糊，则按相反的方式进行调整。

拍摄人像

早晚你都会想要拍摄人像。拍摄人体最好是从指尖开始。为避免触电，要确保人体没有接地，人体也要确保静止。当然，人体和放电板接触的皮肤不能太多。将整只手与放电板接触会把电晕驱散掉，造成即使曝光很长时间也无法成像的状况。



警告：
拍摄人体的时候要确保不接地

数字化处理

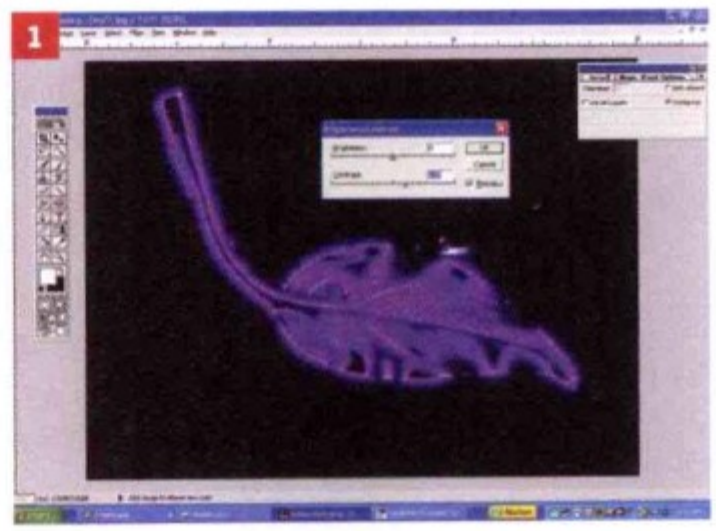
我的数码相机最长曝光时间是16秒，在这段时间内图片会增加一些数字噪点，绝大部分都是遍布整张图片的各种灰色、红色、黄色的点。我在Adobe Photoshop里面用以下方法移除它们：

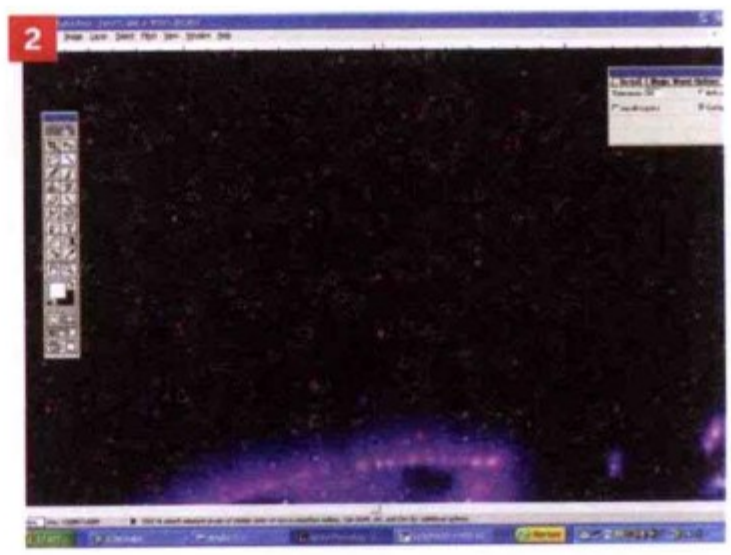
1.从这张树叶的原始图片开始，选择Image>Adjust>Brightness/Contrast，然后增加对比度。

2.将图片放大到500%，这样可以很清楚地看到背景图片噪点。使用魔棒（大小设置成30）选择噪点。然后选择Select>Similar。这样就选中了图片上的所有噪点。

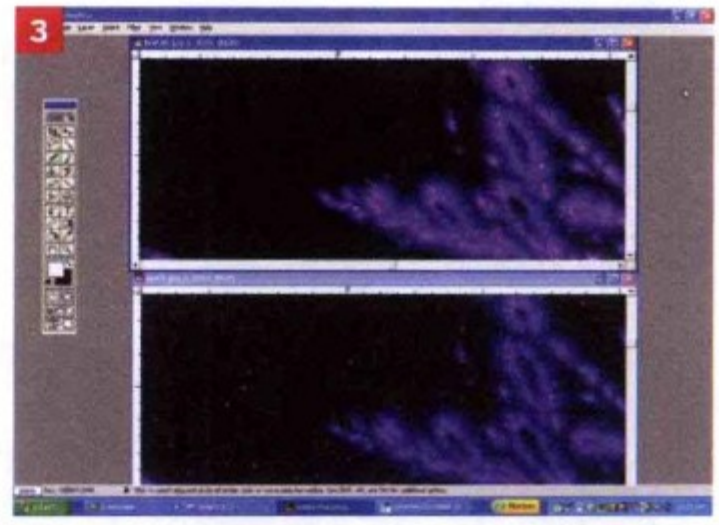
3.将图片的前景颜色设为黑色，然后按Delete键将所有的噪点变为黑色。重复这个过程，选择并删除其他颜色的噪点。但是不要选中任何和你想要加强的主图像色度相近的噪点。

绝大部分基尔良照片都是蓝紫色，外加一点白色。这是因为电晕在氮气（氮气占空气的78%）中放电所产生的光处于蓝色到紫色的波段。你可以在Photoshop中用





Image>Adjust>Color Balance改变图片颜色，得到一些漂亮的效果。





继续进步

用数码相机拍摄基尔良相片属于相对较新的技术。由于它是一个微光过程，我们可以借鉴使用相机的天文学家的技巧，也可以使用天文软件AstroStack（astrostack.com），它能叠加几张同一个物体的图片，创造更为明亮、精细的图像。

在含有氦气、氖气、二氧化碳等惰性气体的大气中拍摄基尔良相片将会造成不同颜色的放电效应。一定要确保使用的是惰性气体。

如果想知道更多使用胶片拍摄基尔良相片的技术细节，请参考我写的书：《基尔良摄影：实用指南》（Kirlian Photography: A Hands-On Guide）。

约翰·罗维尼（John Lovine）是一名自然科学和电子爱好者，已经出版若干书籍并发表了多篇文章，他还拥有一家名为Images SI的公司（imagesco.com）。他住在纽约州的斯塔藤岛（Staten Island）。

用胶片拍摄的基尔良相片

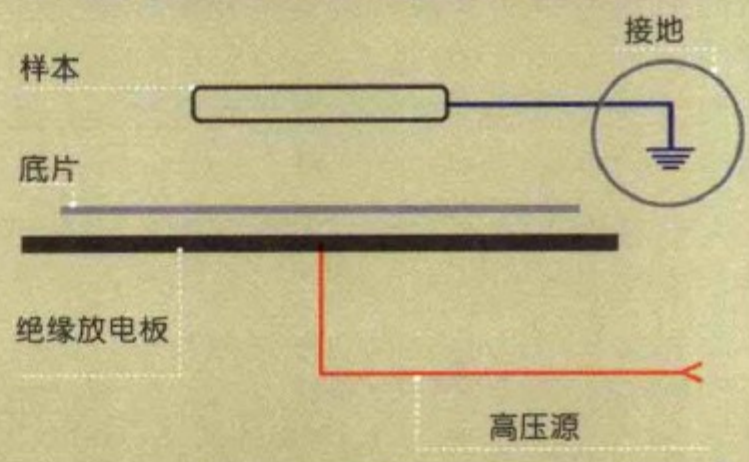
在基尔良放电过程中你所看到的光线是由于空气和一部分被拍摄物体被电离所造成的。电离的空气放出强烈的热能、紫外辐射和可见光。感光剂和这些因素以及静电场自身发生作用，而数字传感器的主要职能是捕捉可见光。因此，传统的基于胶片的基尔良相片比数字方法需要的曝光时间更少，并且能显示更多细节。

比如，右边的图片只用了1/4秒的曝光时间。如果用更好的相纸和底片，曝光时间还可能会更少。除了改善细节，缩短曝光时间还能减少被拍摄物体遭到损坏的几率。如果是拍摄人体，曝光时间短了也就不会那么疼了。

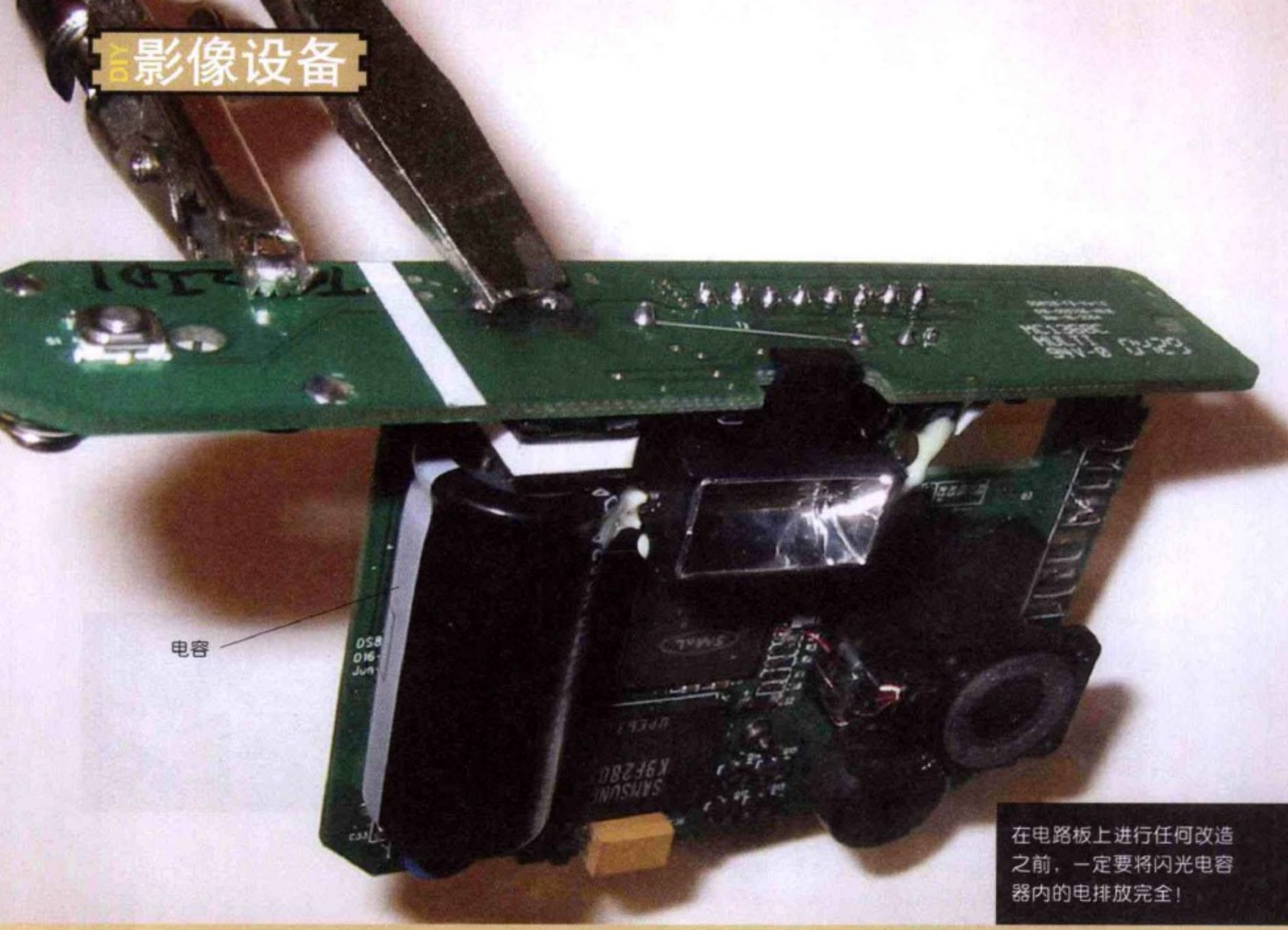
开放式胶片、全黑的暗室、上万伏的高压和昂贵的底片，这些会使想尝试的人退缩，也会带来危险，至少会是昂贵的经济代价。但是你也可以使用黑白相纸而不是胶片，在暗室安全灯或者红色LED闪光灯下进行尝试，这也能取得好的效果。最后，你将学会如何制作彩色图片，并且数字方法也值得一试。

——贾斯珀·南希





绘图：贾斯珀·南希



在电路板上进行任何改造之前，一定要将闪光电容器内的电排放完全！

风筝照相机

简洁而轻质的计时器电路每分钟引发一次拍照。

莉茉·弗里德

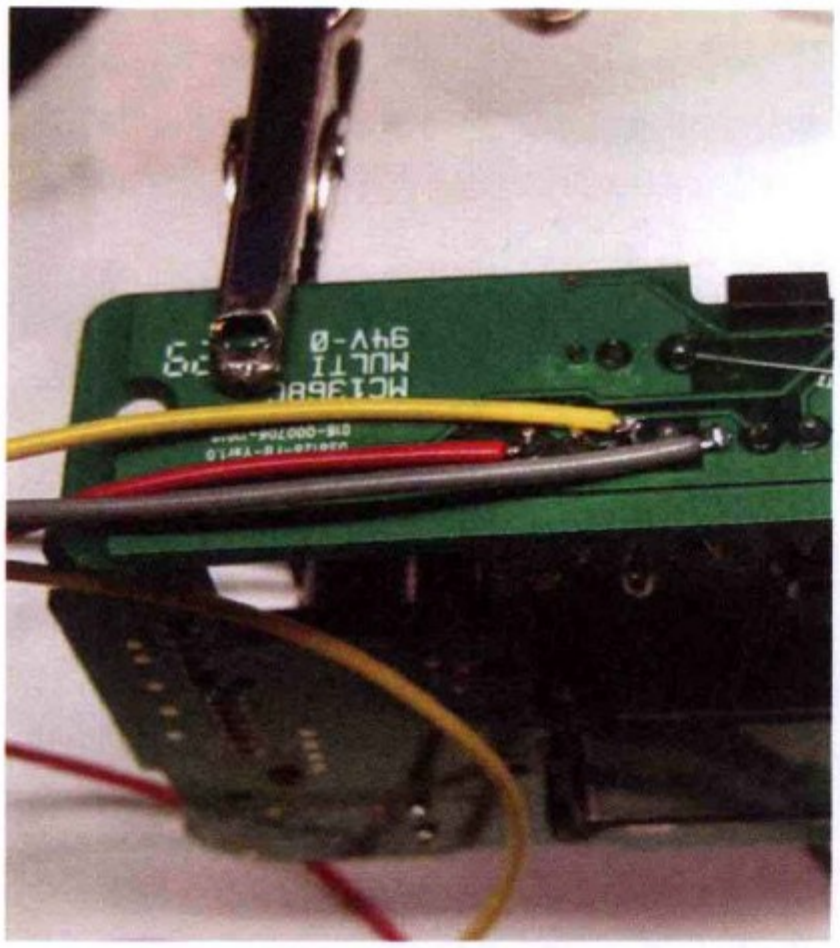
风筝飞行拍摄（KAP）是工程师和艺术家这样的人可能会有的一个爱好，拍出来的图像非常美丽。然而，有时你却不够幸运，一阵风吹来可能会把照相机吹到地上摔得粉碎。那就是一次性相机在风筝飞行拍摄者中比较受欢迎的原因。它们的成本很低，这意味着即便它被摔碎了，也没有什么损失。同时它们的质量很轻，而且绝大多数相机都预聚焦到无限距，这意味着它们非常适合拍风景照。

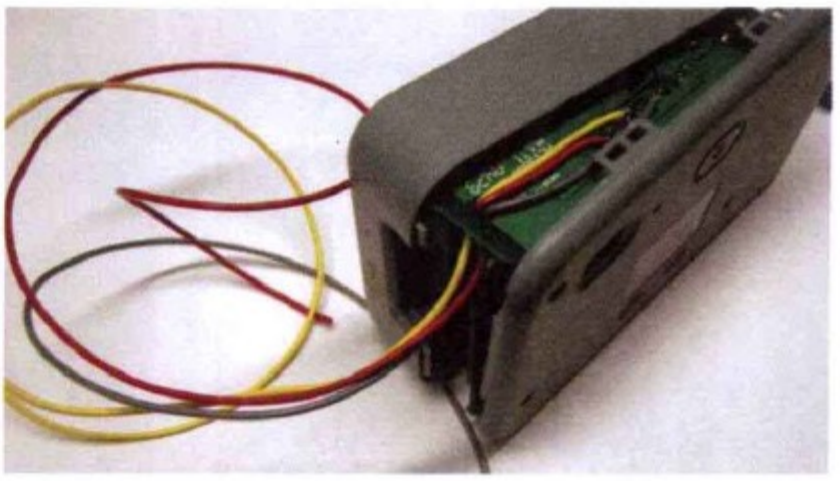
人们将许多风筝飞行拍摄装备都设计得可以将一次性胶片相机带上高空。但一次性胶片相机意味着在两次拍摄中间需要进行胶片的缠绕，因此每次将风筝升上高空之后，你只能拍一张照片。

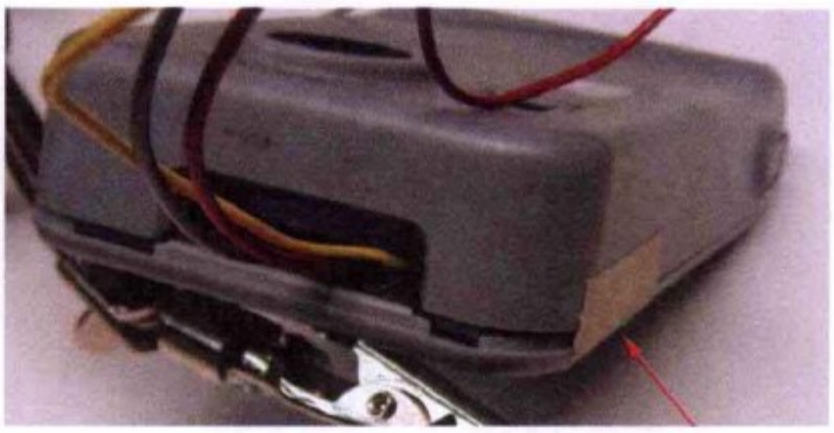
幸运的是，我们可以使用具有相同功能的数码替代品，它使用的是电子开关，并且不需要缠绕胶片。我使用的就是达科他数码PV2；它在乐之照相机网（ritzcamera.com）和猛狼照相机网（wolfcamera.com）上只卖19美元，无液晶显示屏的版本只要10美元，便利店都有销售。这款PV2可以拍摄25张照片。与一次性胶片相机一样，它是可以进行处理的。

下面就是介绍如何制作风筝飞行计时器电路的方法，这个电路能够在第一次的延迟之后，每分钟触发PV2一次，使它进行拍照。你也可以将其进行改造，使它能够触发其他非一次性数码相机。

摄影：莉茉·弗里德







为了用我们的计时电路来控制达科他PV2，需要连接三段导线：正极电源导线（红色导线，下面的原理图中的电源线），负极电源导线/接地线（黑色导线，下面原理图中的接地线），以及快门触发导线（黄色导线，原理图中的输出导线）。很方便的是，三根导线都排列在PV2顶端印制电路的同一列上，在快门键对面。我们的计时器将会将照相机的电源背回。

设计电路

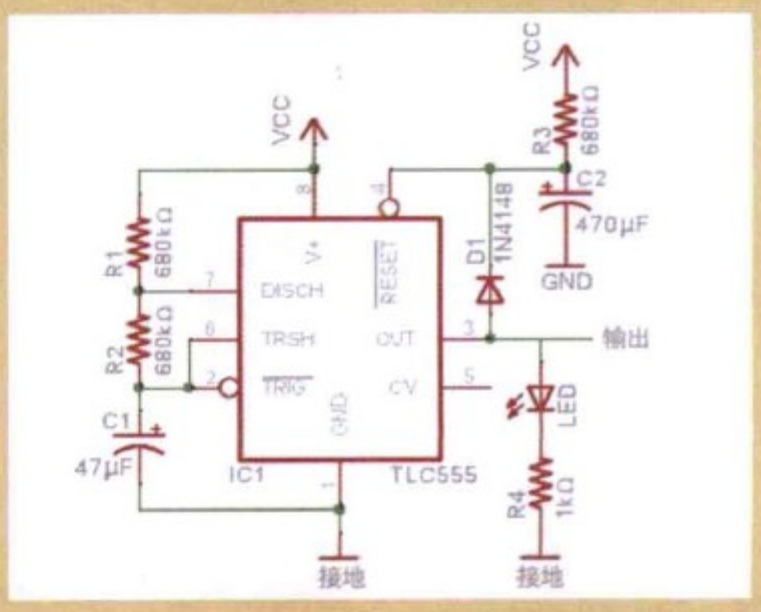
由于将风筝升上高空需要一定的时间，因此我们就要将第一次拍摄延迟。用一个简单的电阻器-电容器系统来完成这一目的。电容器通过电阻器而慢慢地充电，直到它的电压高到一定程度，便通过计时器芯片的重设引脚，将芯片接通。

PV2照相机经过3 1/2分钟的空闲时间后，会自动关闭，因此我们的延迟时间一定要比这个时间短。这个时间取决于电阻器和电容器的相对值，根据我的计算，一只470μF的电容器和一只680kΩ的电阻器（分别为原理图中右边的C2和R3）将会产生约3分钟的延迟（有关于此的详细推导，请参见ladyada.net/make/sudc4kap。）你可以先试一下这个组合，如果照相机在接通电源之前就关闭了，可以适当减小电阻值。

至于这个电路的主要部分，我们将使用到TLC555或LM555计时芯片。与两个电阻器以及一只电容器组合在一起，555芯片可以产生最大到2兆赫兹的任何频率的方形波。我们想使这套设备每分钟震动一次，每个周期引发一次拍摄。

对555的计时处理还需要用到一个RC（电阻器-电容器）组合。在我们的设备里，这个555芯片通过一个电阻器将电容器的电量排放掉，并通过两个串联在一起的电阻给电容器充电。当电容器在充电的时候，计时器的输出引脚上的电压就会变高——而当电容器放电的时候，其电压就会变低（0V）。我计算出的结果是，一只47μF的电容器（原理图中的C1）以及两个680kΩ的电阻器将会使555芯片产生一个周期为60秒的方波（可参见前面有关推导的网页）。

电路中的其他一些部件包括一个每周期发光



一次的LED指示灯（用于测试）以及一个位于输出引脚和重设线路之间的二极管。这就能够维持重设线路的高电压，从而抵消了来自照相机闪光灯的噪声影响，否则可能会导致突然断电。

材料

单用途数码照相机
小型穿孔板
TCL555或LM555计时芯片
470μF电容器
47μF电容器
680kΩ电阻器（3个）
1kΩ电阻器
开关二极管（1N914或1N4148）
小型双态开关或滑动开关
架空电缆，最好为22标准双绞线
红色发光二极管
胶带

设备

焊接设备
万能表
大号一字螺丝刀
精密菲利浦螺丝刀
针头老虎钳子
角铁切割机
“好帮手”或小型虎钳
无焊料试验电路板（推荐）

组装

1. 拆解照相机

将电池取出来，去掉固定机身的3根螺栓，并将外壳取下来，要注意不要碰到内部的任何电子元件（有些可能带有高压）。

2. 将闪光电容器的电量排尽

小心地拿住主印制电路板，要确保钳子或钳口不会将任何裸露的元件短路。这个巨大的电容器内含闪光灯所需要的电量，在进行任何改造之前一定要将这些电量排尽。用手拿住一字螺丝刀的塑料柄，用其顶端同时触碰电容器的两个引脚。这个操作可能会伴有较大的砰砰声响以及火花（在将任何电路板闲置之前都要进行这一步操作）。

3. 添加控制和电源导线

剪三段导线，颜色分别为红色、黑色和黄色（或其他颜色），用作快门导线。将这些导线焊接到顶端快门电路板与前端闪光灯电路板相连接处的引脚上。根据快门键的实际情况，将黑色导线连接到引脚4，黄色/快门导线连接到引脚6，红色导线连接到引脚8。

4. 重新组装照相机

将这几根导线从闪光灯电路板的小孔中穿过，并将照相机后壳盖紧，这样，这些导线就留在外面了。然后将靠近后壳底部的两根螺栓插入对应的孔中，并用胶带将机壳上方固定住。不要急于将机壳完全拧紧。

5. 安装控制电路

在将电路焊接到穿孔板上之前，你应该先对它在无焊料的试验电路板上进行一番测试。并且要将发光二极管的极性安装正确。

6. 测试电路

将照相机的红色导线与黑色导线分别与电路板上的电源和接地线连接。经过大约两分钟之后，发光二极管应该会点亮，然后每隔约两分钟就会周期性的点亮和熄灭。用一只万能表来确定一下红色导线与黑色导线之间的电压是否为3V，然后测试一下470μF的电容器（C2）两端的电压，确保它会慢慢地上升到1V左右，然后会跳到3V。再检测一下47μF的电容器（C1），看一下它的电压是否在1V和2V之间振荡。最后，检测一下输出电压，它应该在0V与2V之间变换，与发光二极管的电压变换是一致的。如果你在试验电路板上做测试时效果并不好，就要重新组装这套电路，再将它焊接到穿孔板上，再次进行检测。

7. 测试整个系统

将照相机的电源关掉，用螺丝刀将两个电容器（C1和C2）的电量排尽。将触发导线连接到555芯片的输出线上。打开电路，再打开照相机。当发光二极管第一次熄灭后，照相机就应该完成一次拍摄了（如果它并未拍照，试着将快门导线与黑色导线相连）。

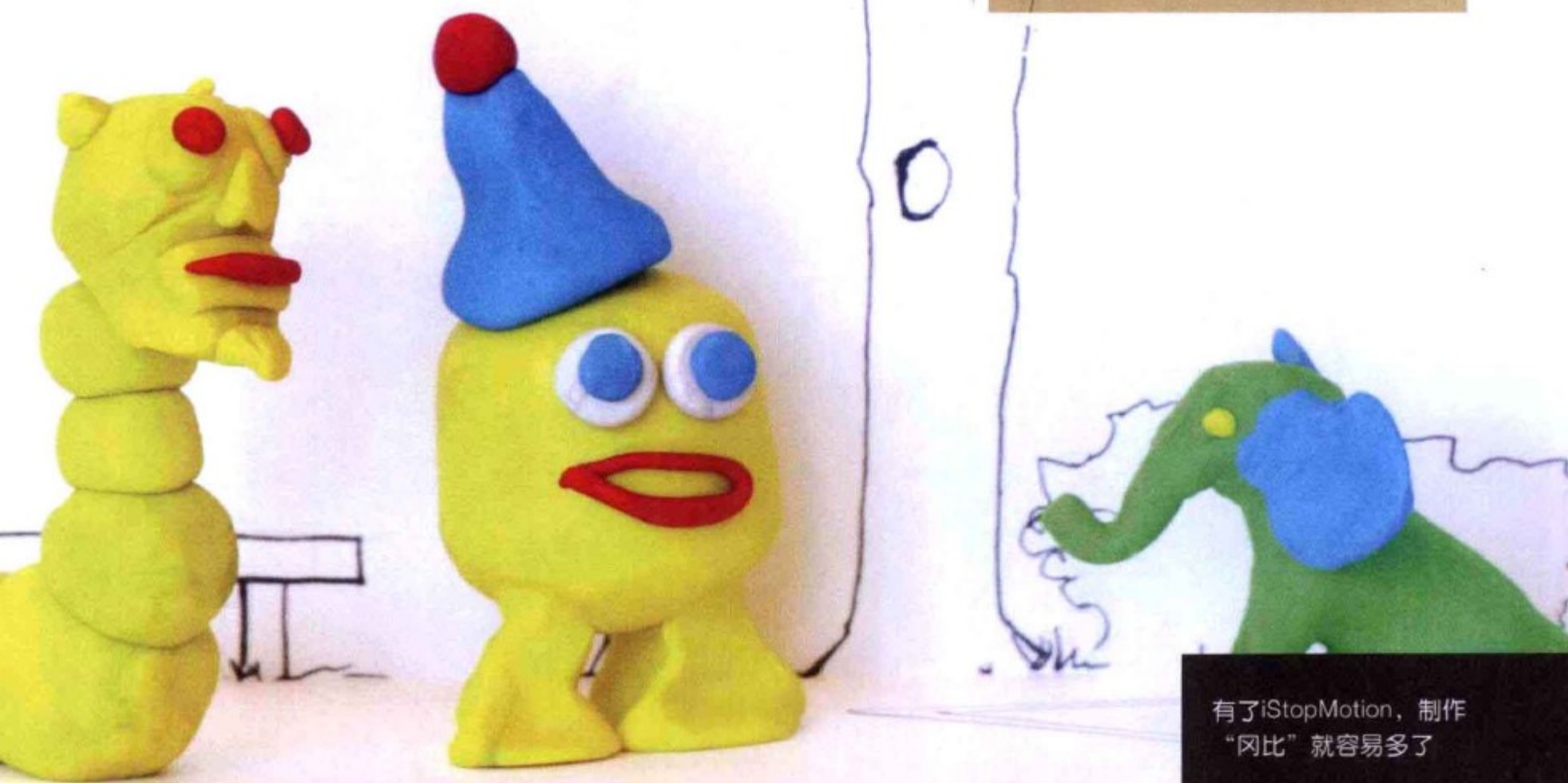
8. 起飞！

将照相机和控制板固定到风筝上，将其放飞。

9. 切断电路的连接，改善图片

在风筝放飞之后，检查“图像剩余”计时器，以确保电路正常工作。在将所有照片都拍摄完毕之后，打开照相机，将闪光电容器放电，并将导线拆焊。然后重新将照相机组装上，使其恢复正常状态。

莉莱·弗里德是一位科学天才少女（同时向Freezepop道歉）。



有了iStopMotion，制作“冈比”就容易多了

定格动画，一种简易的方式

有了iStopMotion，制作“冈比”（Gumby）就容易多了。

菲利浦·托罗恩

定格动画是最早的特效之一，它将不可能之物变得似乎是真实的。但其枯燥的加工过程（移动模型、拍照、重复千遍万遍）这会让那些没有耐心的都市电影制作人泄气。

最近我发现了iStopMotion，它是苹果公司的软件，它将这个加工过程自动化，并且适用于任何可以采集QuickTime的照相机。iStopMotion拥有透明的预览功能，使得你可以在拍照之前，将前一帧画面添加到目前的画面之上。光是这个功能就可以省去太多麻烦了。时间延迟功能可以在一个给定的时间间隔里连续地拍照，而语音识别功能使你可以说出“捕捉”，而不用去点击。这两种功能给我省去了来来回回几千次返回去操作鼠标和键盘的时间，在几分钟的实验中，我便设计出了惊人的动画动作。

你甚至可以用多台照相机同时进行拍摄，以此创造一种不同角度之间的无缝镜头，就像专业人员一样。

为了得到更多灵感，你可以观看《金刚》并登录istopmotion.com/example访问网页。我会将我的动画发布到makezine.com上作为种子。如果你也制作了，不妨告诉我们！

iStopmotion：演示版免费，授权版39.95美元，istopmotion.com。

菲利浦·托罗恩是本书英文版的一位副编辑。

摄影：戴里克·斯多里



仔细注意安迪的装扮，你会发现到处是吸引人眼球的仿制品。

假冒的摄影师

怎样通过穿戴得像职业摄影师一样来获取VIP服务。

安迪·伊拉特克

作为一个大都市报刊的专栏作家，我是有额外收入的，我和《太阳时报》就我的专栏的付费标准达成了一些约定。

还有其他的好处。我有一段快乐时光，就是带着单反相机四处逛逛，并拍些照片。有时，要获得好的拍摄位置，就意味着要爬上阳台或是让模特面对太阳光，或者让单反相机对着我的脸，而我像石头一样站着，等着直到场景结束。拍的照片能够在商业卡片或最近的剪报上出现。

如果你不是专栏作家，好吧，只要穿上职业记者的行头也能行得通。你的穿着和你下意识的行为会向人们传达这样的信息。这不是歪曲你自己的形象，你只是巧妙地让人们因你在照相上的投资给予同样的尊重。

下面就是让你被当作职业工作者对待的方法：

整体的穿着

除非你就是《体育画报》的摄影师，否则不要穿得像个流浪汉。

作为一个自由记者，你没有钱买贵的衣服，而且当你因一个又一个项目到处跑的时候，这些名贵的衣服只会被弄破。

所以穿着要达到“你穿着舒服的同时，看起来还职业化和中看”的效果。意思就是这样穿：扣紧的工作衫（不是短T恤或套头毛衣），休闲裤，或是能冒充休闲鞋的运动鞋。

摄影：安迪·依纳托

相机（通用）

是的，这是有偏见的，人们立刻会力挺大个的黑色单反相机。如果你拿的是80美元的傻瓜相机的话，Chowderfest比赛的服务员都不会有耐心为你摆姿势。

职业人员差不多通常都带两个相机（一个定焦镜头，一个长焦镜头）。最后，把你尘封已久的老式尼康胶卷相机拿出来！用一根长而舒服的带子将相机挂在肩膀上。

相机镜头

像每个职业摄影师一样，把镜头遮光罩放在相机上——不要对着太阳曝光，要防止镜头玻璃和滤光镜螺纹受到撞击。

相机闪光灯

外接闪光灯是必须要有的，甚至在室外拍照的时候也有需要。为了增加可信度，正如图中显示的一样，在相机上头，用胶带绑上一张白色的索引卡片。要想更好的光照的条件，可以买个便宜的增强漫射器。

背包和腰包

摄影师需要双手拿另外的镜头、存储卡或滤光器等，根本腾不开手。所以：腰包是必须要的，而且如果你背包的话，不要背双肩包。

领带（在包里）

万一你发现大多数媒体记者都带了领带，能够派上用场。这种情况很少出现，不过我就碰到过至少一次但我带了领带。

话筒（在包里）

如果是想录音的播客，带上一个话筒会给人以深刻印象，起码看起来是这样。还有，麦克风的防风罩越破越好。

旧的记者证（在包里）

好吧，这只是一个小花招，但我还是在包里放上一个记者证。如果我和新闻活动的媒体协调员交谈，我意识到他们在围栏里想让我通过时，我会仔细搜我的包假装找东西，然后大声叫喊，以前采访用的真正的叠好的证件就“不小心”掉出来。

比通行证更重要的是要有商业名片。不需要说谎：就用你的名字，在下面写上“摄影师”。加上你的地址，电话号码，电子邮件地址还有你的照片网站的链接。被拍照的人和媒体协调员想要确定你是真的摄影师，不是某些瞎逛的人。花10美元制作500张名片就可以用很久很久。

胸袋

总随意的在胸袋里装满些小玩意。

记事本

在图片中，安迪手里拿的东西是最重要的道具。所有工作的媒体人士手中总是需要带一个记事本。不是PDA（手持设备）——而是一个记事本。你通常需要随手写下你采访或拍摄的人的名字，还有其他的很多记录。记事本充当记录你确实在你所说的地方的文件的角色，以防之后会卷入法律纠纷。

塑料袋

如果你是拍摄电影，那么你需要把胶卷放在密封塑胶袋里。这只是规矩。

重要事项：

那么怎样获得实际的记者证呢？好吧，询问是没有什么坏处的（给活动办打电话，询问媒体相关事务）。两点重要提醒：第一，千万不要撒谎。我参加活动，如果不是为了新闻稿的话，就要对自己的意图十分了解。不要滥用别人的信任。当然你可以是为了媒体区的空调、水和网络。不过这样还是呆在外面吧。这对那些真正的媒体人员来说是很重要的。试想如果我只有30分钟来写稿了，但是你却在上网玩角色扮演游戏……嗯，好吧，这会让人很厌恶。最后，把你弄的照片和新闻报道给本地的报刊。记住业余摄影师和职业摄影师之间唯一的区别。

安迪·伊拉特克（andy.com），《芝加哥太阳时报》的技术专栏作家，威立出版公司为苹果电脑出的最畅销系列书刊作者。



警告：戴上红青眼镜来看这张图，用3D图教你如何拍3D照片。

3D摄影

拍摄立体画比以前简单也有趣很多。

比尔·柯德尔

3D摄影的历史和普通摄影几乎一样久远。但直到20世纪50年代，从1952年的《Bwana Devil》和1953年的《House of Wax》开始，3D恐怖电影才形成时尚。这些3D电影中很多其实很不卖座，3D技术也很快变得尴尬起来。即使是50年后的今天，大家对3D的评价还只是一个会让人感觉头疼的噱头。这实在太糟糕了，其实这种技术还是能做出一些让人沉思的绚丽影像的。

过去的几年是3D电影重生的时代，由于计算机技术的发展，做出3D图像很简单，只需要几分钟。而所需要的只是一个数码照相机，一些免费的软件和一副红青眼镜。我会讲解怎么来做这个3D图片，也会向你们推荐一些能更轻松制作3D图片的照相机项目。

如果没有红青眼镜，你可以到漫画店找找，Ray Zone下面肯定有。当然你也可以到美国纸光公司买一副。

立体画的魔术：拍摄基本3D图像

拿上你的数码照相机和镜头走出去。找到一个有很多不同距离物体的场景。保持最近的物体至少在5英尺外，而且静止不动。还要注意让场景里所有的物体都在拍摄范围内。要是天气晴朗的话，景深还会好一些。

准备好了吗？拿起相机，看着取景框，稍微向左斜一点，拍一张图。然后向右稍倾斜一点，再拍一张。这就有了基本的立体画的材料了。

图片作者：比尔·柯德尔

三维立体软件

anabuilder.free.fr/Concurrents.htm 有一个大的3D软件列表

Java环境

AnaBuilder anabuilder.free.fr/indexEN.html (跨多平台，可运行于Mac，Windows，Linux)

Windows环境

Anaglyph Maker stereoeye.jp/software/index_e.html

StereoPhoto maker stereo.jpn.org/eng/stphmkr

3D Maker tabberer.com/sandyknoll/more/3dmaker/3dmaker.html

Mac环境

StereoPress （经典模式）makezine.com/go/stereopress

Anaglyph Maker lamarchefamily.net/nakedsoft

3D Maker tabberer.com/sandyknoll/more/3dmaker/3dmaker.html

要想得到最好的结果，必须确保相机只是左右动了2英尺，而上下前后没有动，方向也没有变。而且不要尝试让取景框里的最前面的物体移到刚才一次的同样位置（用工程语言来说就是y、z方向没有变化的平动）。

现在回到计算机前，把刚才照的照片导出到计算机上，用上面的某个免费软件把图抓出来。我推荐使用AnaBuilder，上面的按键和菜单就能满足你所有的需要。

把图片用彩色浮雕效果显示，带上眼镜前先把歪曲或者上下的偏差纠正过来。两幅画中的水平线需要重合，两幅画中的物体高度也应该一致。

最后一步，确认将最前面的物体的两个视图叠加后，旁边没有红的或者蓝的光晕。这意味着最前面的这个物体就会一直在这个立体图里，而不会感觉从画框中跳出来。大多数人比较习惯这种感觉。以后大家可以试试那种直逼眼球的立体画。

现在戴上眼镜看看你的作品吧。不管你相不相信，用这个简单办法已经完成了我们的三维画。之后的所有步骤只是做了一些改进和变化。

远近物体：调节轴间距

如果你要拍的物体是一朵小花或一座大山，距离5英尺的话拍不下山，而花又显得太小。靠近拍摄的话，两幅图间的距离移动两英寸（这个称为轴间距）的话又太大了。图像也看不了或者看起来让人感觉头疼。对于一个远处的物体，2英寸还不足以产生可观的3D效果。

这种情况下，一个简单的经验是两次拍摄移动的距离应该是把最近物体离我们的距离除以30。换句话说，如果拍一个一英里外的东西要移动176英尺，而2英尺外的东西拍摄要移动0.8英寸。

这个近似规律还没有考虑镜头的焦距和最远物体的距离。要想算得更加精确，可以看看Bercovitz公式，文章在“更多参考资料”里有。

更精确地对准：用糖果盒子做一个滑行杆

一个立体滑行杆可以保证拍摄照片的时候相机只在水平运动。用三角架、气泡水准仪和一个糖果盒子就能做一个。

用一个冲机、钻或者其他的工具来在盒子底部开一个槽。这个槽要开在铰链边和前沿的中间位置，最好比1/4英寸稍宽一点，并保持与盒子的铰链平行，且从盒子的一头一直开到另外一头。把这个槽放到三角架顶上的1/4的20线螺钉（直径1/4英寸，每英寸有20线）上，把这个糖果盒和三角架的把手对齐。用海报腻子（比如Fun-Tak）将相机和糖果盒子黏在一起，将气泡水准仪和相机或三角架黏一起。拍照的时候，保证三角架为水平拍一张，然后将相机移到另一边拍第二张。糖果盒子后面再加个尺子更好，那样的话还能控制轴间距。

动态物体：把两台相机连起来

用两个相机的话就可以给运动物体拍3D图了。将两台相机临近放在一条导轨上，或者通过相机底面将相机钉起来。然后旋转相机并把图像颠倒过来以便图像能对上。如果镜头不能靠得足够近的话可以拼出来一个镜像系统。然后需要找个办法同时控制两个相机的快门。这就取决于用的是哪种相机了。

发现3D

我的朋友埃里克·冯·拜耳指出，其实从2D电影中找一些帧就能造出立体图像。处于版权的考虑，我就不能给出这个例子，不过你可以去下载一些《星战 I》的预告片，里面有在Naboo星球上景观的两个图像。把这两张图取出来用AnaBuilder处理就能得到一个相当漂亮的3D图了。

Loreo相机

Loreo（loreo.com）生产一种不算贵的3D相机，可以把左边和右边的立体影像通过镜头和在35 mm的胶片上。想看的话，可以用它们提供的查看器或者把数字图像取出来，剪切复制两边的防盗提供的软件里。Loreo相机调不了曝光，不过还好有个内置的闪光灯。

其他的显示方法

红青眼镜需要一些时间适应，而且当图像间的差异有点大的时候就会出现伪影。这里还有一些其他的显示技术。

ColorCode 系统用蓝色和琥珀色代替了红色和青色。这样能降低伪影，可惜这是一项专利技术，发售能产生ColorCode图像的软件是非法的。

相邻图像对（Adjacent-image pair）可以用两个眼睛视野重叠或不重叠来看图。不过这个需要高超的技术，而且图像也不能太大。要想看大的图像就得用立体镜了，这种立体镜与刚进20世纪时候的那种其实没有太大区别，两个镜片安装的时候不对中，这样就会造成两个相邻的焦点，而里面的棱镜可以让人眼平着向前看但是视线却分来。更高级的用镜子来容纳更大的立体相机对。我们也可以自己制作立体镜，但是要注意人脑一般是通过左眼与右眼图像的差别来得到立体图的。这完全是一种条件反射，就像吃了坏东西立刻开始呕吐一样。因此，镜子一定要照着人眼严格地对准才行。

时间交错图像 这个是用液晶立体眼镜来看的，Razor 3D（razor3donline.com）有卖，30美元一副。不幸的是，这种眼镜不能用于液晶显示器、逐行扫描的显示器以及任何刷新率高于90 Hz的显示器。由于刷新率受限制，图像经常看起来有点闪，调低显示器的亮度和调暗屋里的灯光能稍微好点。而且通常电视的频率（50～60 Hz）下，影像移动不够光滑，而且移动过快的物体就会有撕裂的现象。

水平隔行扫描图像组用于将隔行扫描图像放到光栅屏幕（3D广告就是这样）后。有些免费软件比如Interlace也可以产生这种可以用高清打印机打印的隔行图像，并在一个可重用的光栅屏幕上显示。这种技术的一大优点是不需要用户戴眼镜或是用立体观察工具。缺点是横向的分辨率低，将图像和屏幕对准在一起也比较麻烦。

有几个电视公司暗示说未来的3D电视产品会基于光栅屏技术，不过NTSC制式的图像宽度只有720，再分一半的话就没法看了。高清电视的水平的分辨率有1 280或者1 920的，看起来是个办法。现在还只能对之寄予希望。

更多参考资料

3D信息概论：stereoscopy.com
dodesign.com/3dlloydan/3dlinks

Bercovitz公式的解释
makezine.com/go/vic3d

双相机同步
makezine.com/go/twincam

美国纸光，3D眼镜和实验器材生厂商
americanpaperoptics.com

Ray Zone “3D漫画之王” ray3dzone.com

比尔·柯德尔是通过整理麻省理工媒体实验室教授同时也是3D方面的先驱Stephen A Benton的一个讲座的听课笔记而成的。向Stephen教授致敬。比尔现在是苹果公司的程序员。



我和阿利托法官在他的任命听证会上。我坐在最左端，品尝着一瓶冰啤。

如何在有线卫星公众事务广播电视网直播中喝啤酒

将自己置于某人的视频里。

比尔·巴明斯基

是的，你在有线卫星公众事务广播电视网直播或拉里金实况广播中是不会真的喝啤酒的。但你可以动些手脚使你看起来确实在直播上喝了啤酒。我不知道为什么你想这样做，但我们可以假设你想这样做。我知道我这样做了。

想要达到这种效果，所使用的方法叫做合成。你需要一段在电视节目中录制下来的源视频、一段关于你自己的替代视频以及一种静止蒙罩法——用Photoshop将源视频中人物剪切下来加到新视频中的方法。

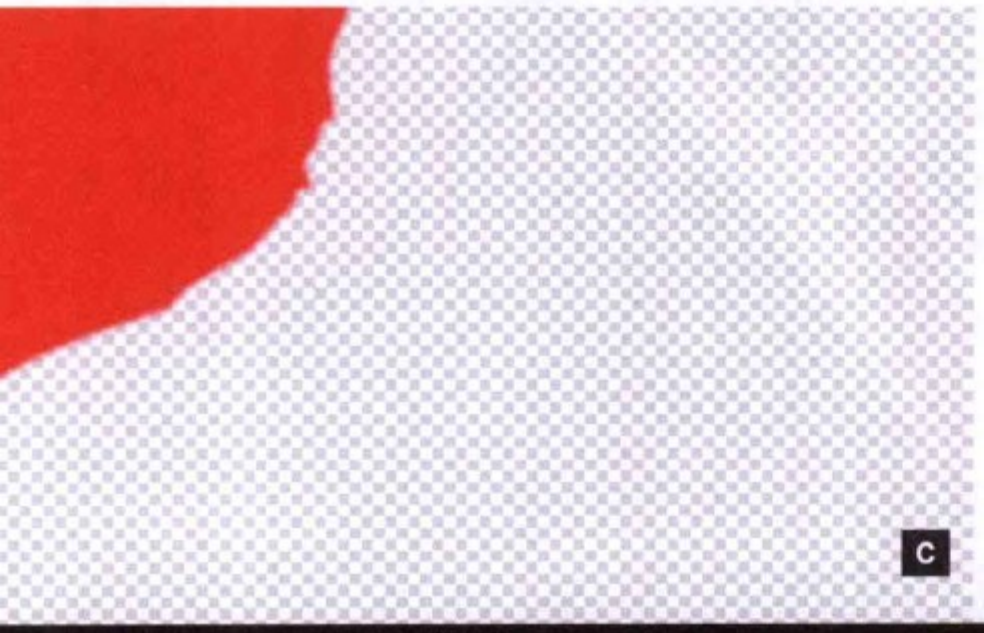
第一步便是看电视并录制出源视频。听起来有些滑稽对吗？别兴奋过头了。我只推荐使用来自有线卫星公众事务广播电视网的视频，有两个原因使得它成为较佳的源视频。首先，它们不断地重复着一切，一遍一遍又一遍。因此，如果你看到有些东西不错，你可以稍后抓住机会将其录制下来。我使用计算机里的一款模拟-DV转换软件将电视直播里的画面直接捕捉下来存放到非线性编辑软件里。但你也可以先用DV将其录制下来，然后再将其捕捉到你满意的编辑软件里。

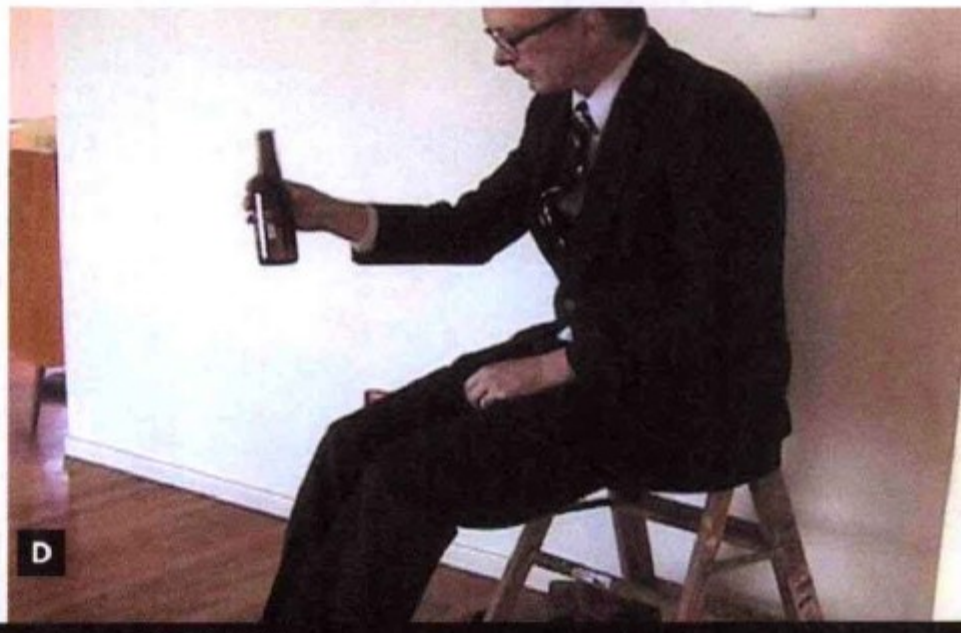
有线卫星公众事务广播电视网可作为较佳源视频的第二个也是更重要的原因是，该网络经常使用固定摄像手法（固定视频是指将摄像机固定在三角架上，不移动也不摇镜头）。不管你从哪里取得源视频，你都需要找一些使用

摄影：比尔·巴明斯基









图A 从源视频中抽取出的静止画面。
图B Photoshop里用非线性编辑软件从静止视频上捕捉下来的影像形板。
图C 方格区域是透明的。
图D 录制虚假视频。

固定视频手法的节目。固定视频大量地减少了所需要做的工作。如果摄像机正在移动，你创建的影像形板也必须跟着移动，而且是在每秒30幅画面的视频里，你必须跟着每一幅画面移动！做些数学计算吧，一段10秒的录像需要你做剪切80亿次影像形板。好吧，我的数学水平有点差劲，但它仍然是一个天文数字。如果使用固定视频，你只需要剪切一次，这在Photoshop里就可以完成了。

材料

有线卫星公众事务广播电视网
模拟-视频捕捉设备
非线性编辑软件和Photoshop
录像机
三脚架
啤酒

我录制了一些阿利托法官在他的任命听证会上连接镜头。在我所使用的这段镜头里，视频是固定的，而阿利托法官也差不多是一直静止着的。更重要的是，坐在后排穿浅粉红色衣服的女士一直都静止不动。我想坐在她身边，还在一边喝啤酒。

一旦我找到了源视频片段，我便可以从中提取出一幅静止图像，将其在Photoshop中打开，剪切出影像形板。我使用路径编辑工具进行区域选择；推荐使用1像素羽化选择法。我将所选区域置于一个新层，并用任何颜色将其填充。我关掉背景图，只留下连续图形。我保持α（透明度）不变，将它保存为影像形板。在“文件”按钮里，选择PNG格式并检查“透明”选项，将其作为网页保存。方格区域代表透明区域。

一旦影像形板剪切完毕，在花费大量时间录制替代视频之前测试一下它是否真的合适。我用非线性编辑软件将源视频置于第1层。然后我将PNG格式的影像形板导入并置于原视频的上面一层。它应该正好合适才对。我将录制出的视频作对比，检查沿着穿粉红色衣服女士的边缘，使其正好匹配。如果她坐着静止不动，摄像机也不移动，那么影像形板应该完美地沿着她的边缘轮廓放置。如果她抬了一下手臂，这就会破坏了这幅影像形板，因为她的手臂将



我再次出现了，我想看看如果我坐在泰德·肯尼迪身后的话，阿利托法官的任命听证会是否会变得更有意思一些。

移动到橙色区域内并被剪切掉。

现在是有意思的一步：录制你的虚假视频

我穿上我仅有的一套正装，在卧室里架起录像机。为了使录像机的角度合适，我根据阿利托的镜头打印出一幅静态图，然后对比着不断做调整直到角度完全匹合。我并不用担心真的将自己置于镜头最左边的角落里来拍摄；实际上，我坐在画面中央，因为我可以手动将镜头编辑到角落里。

最初我录制了自己做好多种动作的镜头，比如喝啤酒或做鬼脸或摆手势。但我觉得这些鬼脸和手势太过明显，太夸张了。喝啤酒的那个镜头却相当微妙。实际上，当我把这份合成后的视频给别人看时，他们不得不重复看两遍，最终才会发现有些不对劲的地方。我认为，这就成功了。

一旦虚假视频录制既定，我就可以将所有元素合成到一起了。我使用的是非线性编辑软件，但影视特效或Premiere都可以达成你的目标。我将3种元素——源视频、一幅PNG影像形板和替代视频——导入一个项目中。我将源视频置于最下方的视频层，这幅PNG影像形板置于它上面的一个新层，而虚假视频则置于最顶层。

将虚假视频置于源视频的影像形板区域的方法称为“旅行形板α”。我双击虚假视频片段，打开“虚修改”栏，然后，差不多在其底部，打开“合成模式”分类。然后我在该子分类靠近底部的地方打开“旅行形板α”。这时，虚假视频只在影像形板的内部播放了。

现在，视频也许需要移动到合适的位置，这样看起来更逼真一些。我不得不重新定义关于我的这段视频的尺寸，并将其往左移动一些以使我正好坐在粉红女郎的身边。我同时还做了一些色觉校正，以使两段视频看起来相一致。

最后一步就是录制一段打嗝的声音。我使用非线性编辑里的“画外音”选项，将我额外的声音加到画面中去。如果我真的在美国的肯尼迪参议员身后吃薯片，我就死定了。

可登录barminski.com观看这些视频片段。

比尔·巴明斯基现任教于美国戏剧学院和美国加州大学洛杉矶分校的电影和电视学院，是一位多媒体艺术家。



移轴镜头摄影

可弯曲的镜头使画面看起来像微缩模型。

丹尼森·伯特仑

移轴镜头是单反相机和数码单反相机摄影界的发烧友级镜头之一。你可能不知道这些镜头是什么样子，但是你应该已经看过它们的效果了。建筑摄影师采用移轴镜头以消除有时会使建筑看上去好像即将倒塌的透视变形。航空摄影师采用移轴镜头使大城市看上去像是玩具模型。艺术和肖像摄影师采用移轴镜头来精确控制画面的焦点所在。

移轴镜头花费达1 000美元以上，这大大超出了大多数摄影爱好者能够买来尝试的价位。幸运的是，制作属于你自己的移轴镜头很容易，并且这样做将会开创一系列引人注目的创新视觉效果。

为了制作自己的移轴镜头，你先从一个以菲林幅度制造并且比你要用到的相机更大一些的空镜头开始。比如，我采用了一个6×6镜头（为6cm胶卷设计）为35mm相机机身制作移轴镜头。对于35mm或者采用先进摄影系统（附注）的数码单反相机，你要采用为6×6或者更大尺寸胶卷制造的镜头。特大型镜头能给你额外空间移动和弯曲投射到菲林或电荷耦合元件（以下简称CCD）上的影像，同时仍旧充满画面（你可以用这个山寨版配上一个35mm镜头用在35mm相机上，但是对于非常近的物体，它只有在与微距镜头搭配时才能发挥作用）。

组装

使用钻孔工具或者刀片，将相机盖中部挖空（见图A），然后将其打磨或者锉光滑，消除粗糙不平的点或者毛边（见图B）。

活塞如同相机灵活可弯曲的暗箱，使我们能

摄影：丹尼森·伯特仑



A



B



C



D

图A：从标准的塑料相机盖开始制作山寨移轴镜头。
图B：相机盖被挖空了。
图C：简陋的活塞变成了相机暗箱。
图D：活塞暗箱应当与镜头紧密贴合。

准备材料

单反相机或者数码单反相机配备有可替换的镜头。

特大型镜头：我使用一个为已经淘汰的潘太康6型相机生产的旧卡尔·蔡司镜头。这类镜头生产了成百上千万个，可以从eBay上淘到物美价廉的镜头。

以暗箱形式制作的橡胶活塞：随便哪种都行，只要是柔韧而且不太大的。

硬纸板（没有褶皱）：或者是不易弯曲的黑色塑料。

适合相机机身的塑料相机盖：在制作中我用了许多这些相机盖。它们是将相机与你的山寨作品相连接的完美方式，而且它们也很便宜。

热熔胶、胶枪或者其他黏合剂：你需要将相机盖黏到纸板/塑料上，并且将纸板/塑料粘到橡胶活塞上。如果你想做一个更为坚固耐用的配置，那就忘掉胶水，用小颗的民用螺丝和螺母来连接这些部件。

随心所欲地倾斜并移动镜头。在活塞的顶部切一个洞，这里作为卡口（见图C），制作时洞口的大小恰好足够随着你的镜头底部拉伸（或者使洞口稍微再小一些，以后再扩大它）。

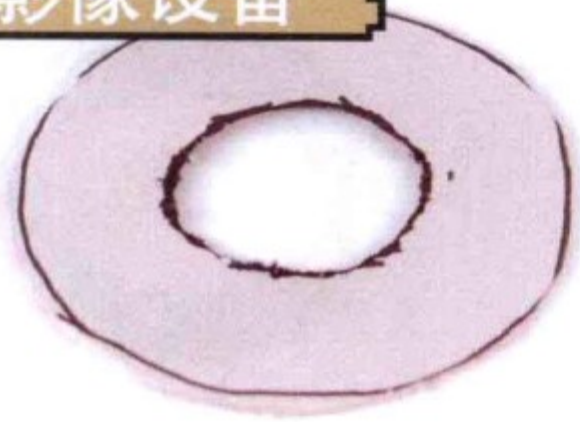
接下来套上你的镜头，看看活塞的卡口是否合适，如果有必要可以减去多余的橡胶。先别急着给镜头黏上胶水，但是洞口应当足够紧密从而使镜头紧贴其上（见图D）。我甚至在橡胶上开槽以便将昂贵的镜头拧到位。不过请拿好镜头，别指望你松手后橡胶还能牢牢地握住镜头。

如果你确实有魄力，你可以为你正在使用的镜头买一个转接口，把它黏接到活塞暗箱上，需要时再将你的镜头拧上去。

下面你要制作照相底板。为了制作底板，我在硬纸板上切出一个环形，其内圈周长与镜头盖主体相同，外圈则与活塞底部外径相一致（见图E）。虽然在此没有展示出来，但是要将硬纸板的一侧涂成黑色，这有助于降低暗箱内部的光线折射。

然后我将各部分用热熔胶粘接在一起，相机盖插入环形纸板，环形纸板黑色的那一面粘到暗箱上（见图F）。热熔胶只是权宜之计；如果你将经常使用这个镜头组合，我建议你找些比热熔胶和硬纸板更牢固的东西将它们组合起来。

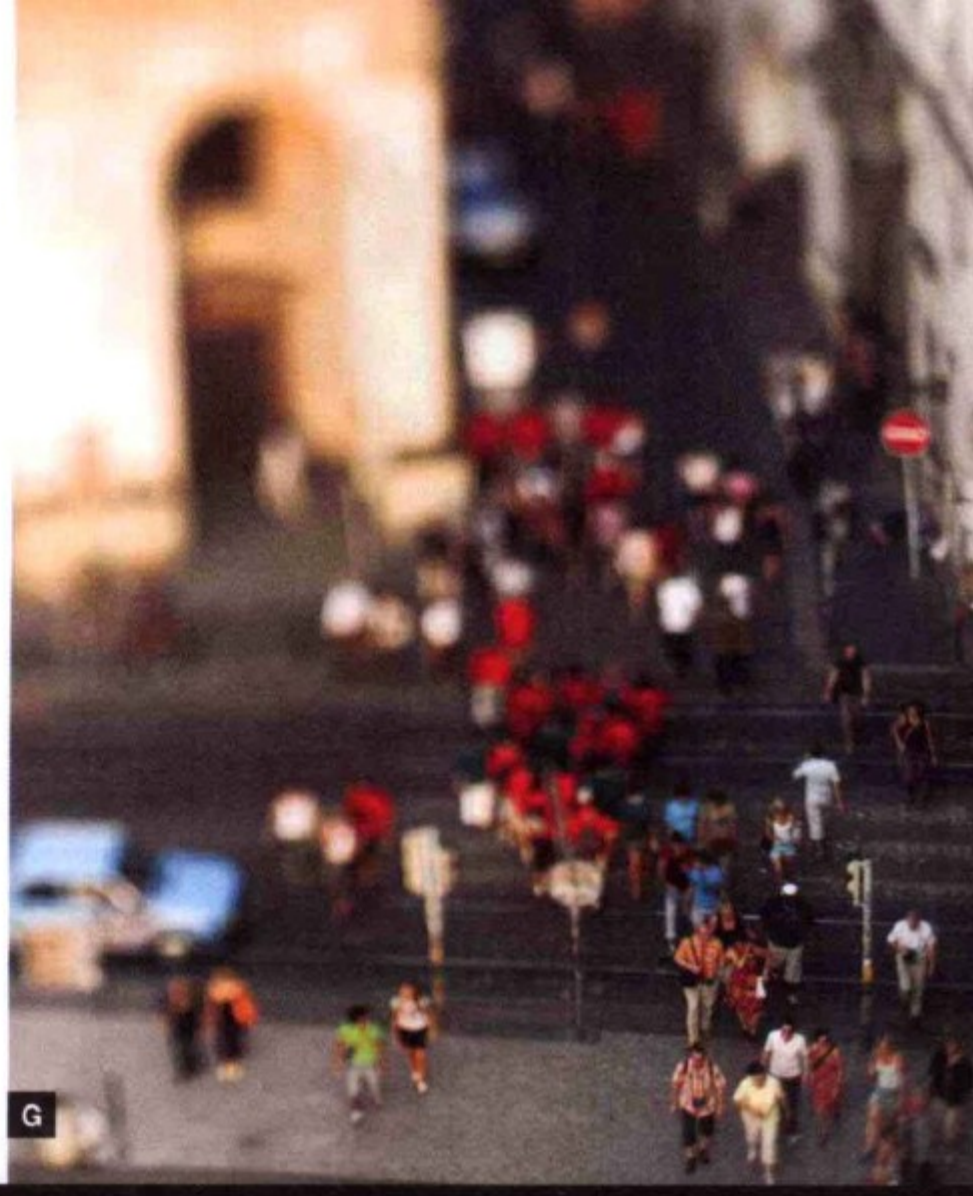
大功告成！接上你的镜头，你已经可以拍摄了。



E



F



G

图E：纸板背面圆环。
图F：完成组装。

图G：柔韧的镜头使布拉格看上去像是微缩模型。

拍摄

这个山寨版移轴镜头出人意料地好用。蔡司镜头的成像质量棒极了，在镜头和我的尼康数码单反相机CCD芯片间没有任何可见的干扰。但是在拍摄时有一些要点必须牢记。首先，这个镜头的自动曝光模式将失效，因此你必须手动拍摄。光圈将仍然有效，但是一般情况下你须要完全打开镜头，否则相机将会太暗以至于无法对焦。

毋需多言，自动对焦也将失效。使用这个镜头时，你取焦点（或者选择性的不对焦）时要通过挤压、弯曲、旋转镜头和活塞以获得你想要的炫酷效果。为了使城市景观获得“模型”效果，可将镜头前后倾斜，以便在对焦时仅须对准场景中央，使画面正中保持水平。模糊的近景和背景模拟了微距镜头在近处拍摄细小物体时获得的画面（见图G）。

如果你想在低亮度的条件下使用这种镜头，你需在相同位置长时间握住镜头，这时你可能需要将这个设计扩展为能够控制镜头移动范围的可调节机械式架构。如果你以架构的形式制作移轴镜头，摄影用折叠暗箱会比活塞更柔韧。

数码相机用户请注意：灰尘是大部分数码相机里普遍存在的问题。这篇文章介绍的改造项目会使灰尘问题加重。在使用山寨移轴镜头前，务必用强力气鼓将其清理干净，除去任何可能附着于内部的灰尘颗粒。



丹尼森·伯特仑是一位生活在捷克的时尚与美容摄影师。



户外网络摄像头外壳

从悬挂的水管中拍摄冬季场景。

艾莱克·科曼尼茨基

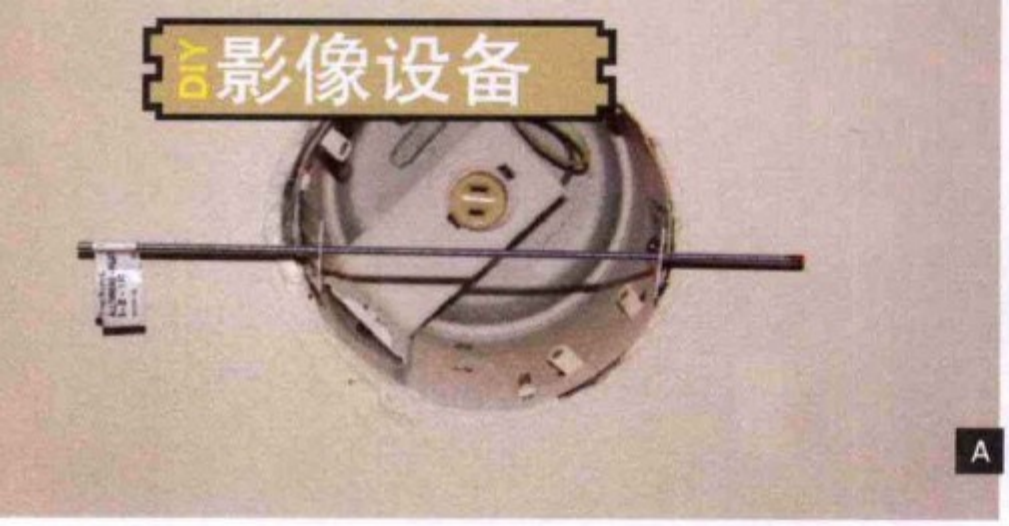
我很不情愿地支付大量钞票以购买一个带有自动化摇动、倾斜镜头功能，并有10倍光学变焦的无线安全网络摄像头——具体地说，是D-Link DCS-6620G摄像头。它是一个很不错的网络摄像头，但我希望可以把它放到户外，这样所有人就都可以看到我的万圣节装饰和臭名远扬（译者注：这是作者自谦的说法）的圣诞节灯光。

问题是，这款网络摄像头只能在华氏32度以上的环境中使用，而在科罗拉多州这里，气温却有可能降低到0°F以下。与之配套的预制户外外壳需要花费大概500美元，而它仅仅包含有一个风箱和一个加热器，因此我决定自己制作一个简易的摄像头外壳。它花费了我“巨额”的27美元，却也成功经历了落基山的两个完整季节的雨水、寒冷和大雪的考验。

我在邻居的房子上安装了我的摄像头，将它悬挂在屋檐下方一个6英寸罐状灯具上，以便于以良好的视野拍摄我的房子。基本思路是从灯罐的内部延伸下两个托架，然后制作一个易于拆卸的外壳，悬挂在水平穿过两个托架的杆上。

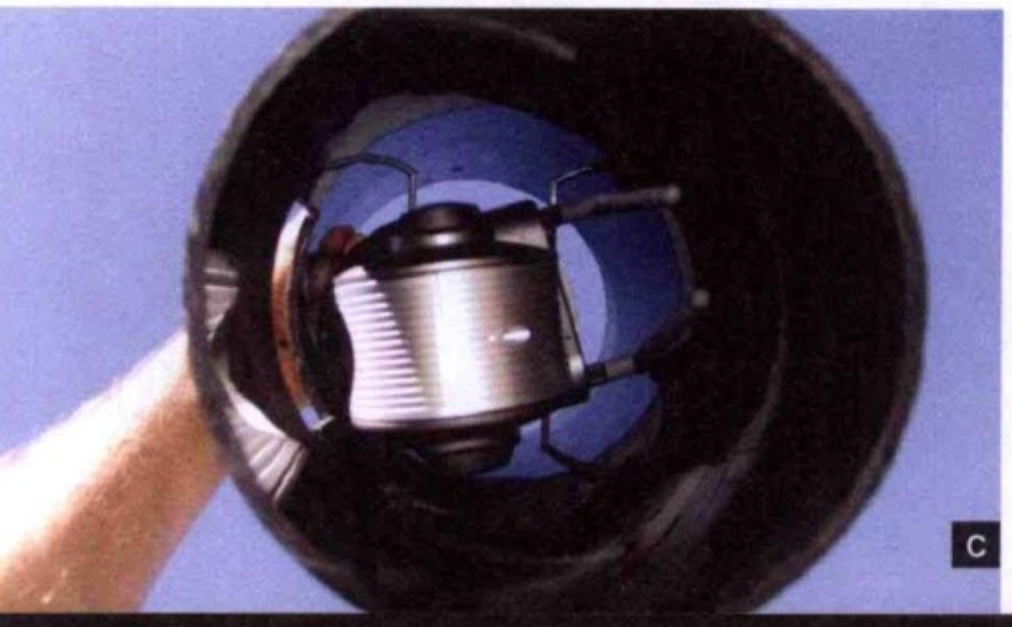
为了制作托架，我用老虎钳将两根5英寸长的L形托架弄直，并且用钢锯锯掉多出来的部分。然后我用金属薄片将这两根支架用螺丝拧紧固定到灯具内壁中。我还拧上一个可以将灯具的插座口转化为网络摄像头的电源插座的转换头，这是网络摄像头唯一需要物理连接的地方。

摄影：艾莱克·科曼尼茨基


A



B


C


D

图A：通过金属托架附着在灯罐内的金属杆“衣架”。
图B：D-Link DCS-6620G网络摄像头和盖板。
图C：网络摄像头外壳的内部视图。
图D：网络摄像头套装悬挂在友邻二楼的阳台上。

准备材料

带有螺纹基座和转换器的D-link DCS-6620G

6英寸ABS塑料污水管，从2英尺剪裁成1英尺长，家得宝（译者注：全球最大的家具建材零售商）有售。

6英寸ABS 端盖

5英寸圆形盖板

5英寸金属L形托架（2个）

金属薄片螺丝钉（4个）

1英尺金属螺纹杆（3个）和相配套的蝶形螺母（6个）

1/4-20 螺栓及其垫片和螺母

电灯插座到2叉插座的转换头

电线包布

透明塑料CD盒盖取自AOL安装盘

户外内凹式罐状灯具已经安装在适合监控的位置上



我用内径6英寸的污水管制作外壳本身（是的，污水管——以避免花更多的钱！）。我裁切了1英尺长的污水管并在其一端钻了两个用以悬挂的小洞。一根螺纹杆穿过水管和罐内悬挂的托架，然后使用两个蝶形螺母将螺纹杆固定。

在将网络摄像头外壳安装在我邻居的房子上之前，我在自家楼上走廊的内凹式吊灯上测试了基本功能。水管很牢固地悬挂着，但是这个室内的罐灯的直径是6.5英寸，这意味着两个支架都会从水管的两边突出可见。邻居家的灯具刚好是6英寸宽，因此水管可以与支架完全匹配并遮盖它们，这样会看起来要美观一些。

作为外壳的视口，我在水管上切割了一个洞并且用一个从免费AOL安装CD的盒上获得的透明塑料制作了一个窗户。

我在外壳的底部放置了一个平板的ABS（译者注：一种化工塑料）端盖，其内部装有为网络摄像头配备的可将120V交流电转化为12V直流电的变压器和整流电路。这同时还能为温度很低时摄像头的运作提供一些热量。我开着端盖（顶部大概有1/4英寸的开缝）以防止视口



E



图E：便携的网络摄像头套装可以挂在屋檐下或者在天气允许时独立放置。

图F：该网络摄像头在2006年秋季拍摄的2倍光学变焦图像在冬季时，山杨树叶掉落，开启了图像拍摄。

图G：网络摄像头10倍变焦拍下了艾莱克正在对它拍照的图片。

起雾。这个平板的端盖还让我可以将网络摄像头取下，在天气允许的情况下，利用延长线将摄像头放置到任何地方进行拍摄。

你可以选择在PVC（译者注：指制作好的外壳）里放一个便宜的无线温度传感器，同时放置另一个用以记录外部温度，以读取壳内外的“温度差”。

实际安装的过程超级简单，因为整个装置都装配在一起，只有一根电源线从顶部伸出。插上电源线，将金属螺纹杆穿过支架—PVC—PVC—支架，拧紧蝶形螺母，你就可以开始拍摄了！

安装过程很顺利，虽然我的确不小心碰掉了灯具附近的一些石膏——哎呦！这个网络摄像头甚至在几次温度低于华氏0度的时候依然能正常运作。唯一的问题是无线信号有时候会断掉，因此我特地在我的房子安装了一个指向摄像头的“品客”薯片罐作为天线，之后就再也没有出现过这个问题。

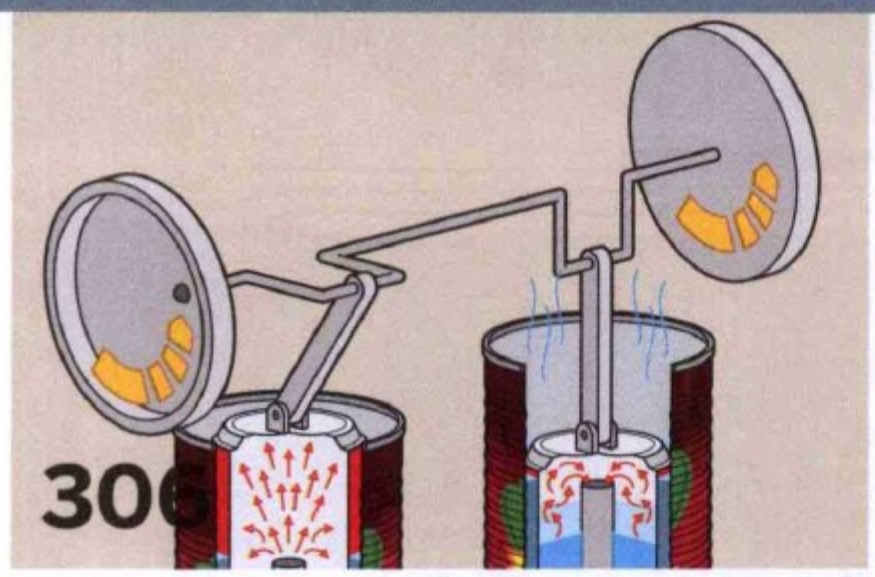
这个网络摄像头是我为Celiac Disease网站实施的圣诞节可控灯火表演的一部分。该活动让人们可以远程观看几千个圣诞节灯火并通过一个鼠标点击来控制。除了让全世界的人民感到有趣以外，该网站已经筹集了16 000美元的慈善捐款。

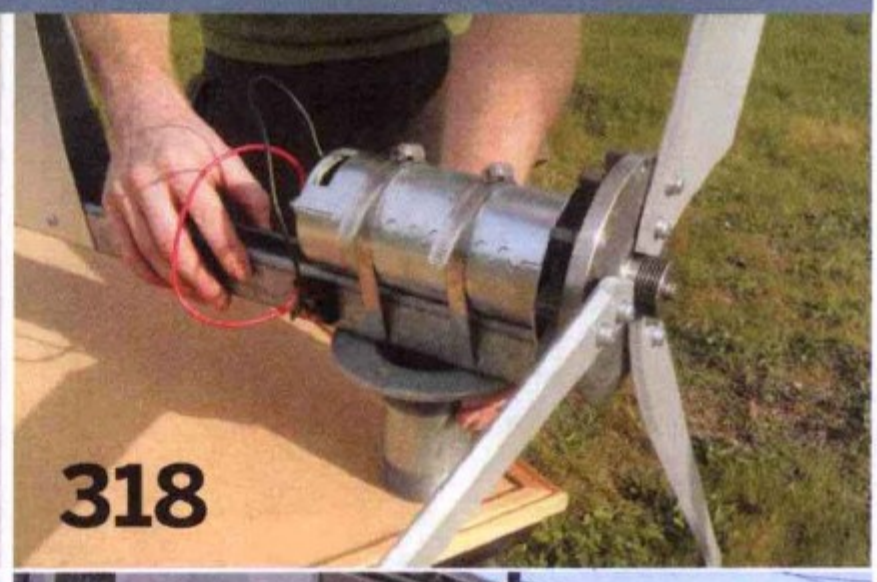
在2005年通过我的网站举办圣诞节灯光控制表演之前，我用罐头照片和CGI脚本模拟了这个效果。在我邀请华尔街杂志对此活动作为一个恶作剧进行揭秘之前，这项活动已经到处传播开了。但这是另外一个故事了。

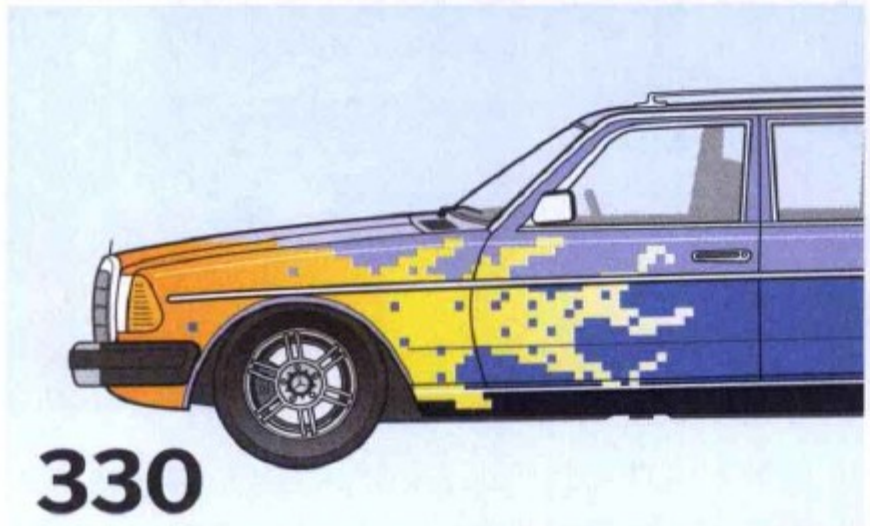
艾莱克·科曼尼茨基住在Republic of Boulder（译者注：位于科罗拉多州，号称全美十佳小镇之一）。除了陪伴自己美丽贤淑的妻子温迪以及两个儿子德克和凯尔之外，他喜欢摆弄一些小东西。更多内容请点击：kornar.org。

“汽车中的许多组件都需要使用继电器。继电器是一种电控开关，你可以用它制作复杂条件下的开关（‘如果汽车在运行，车窗才能落下，后备箱才能打开，扬声器才能发出声响。’）。”

达米安·斯托拉茨

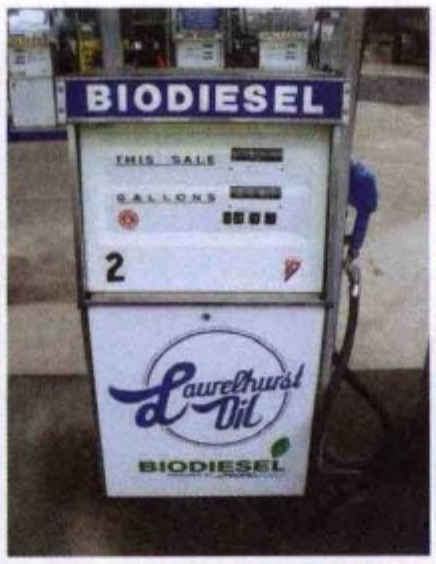
















最佳汽车和动力项目



制作爱好者们，拆了你的发动机吧！

对于很多坚持自己动手做东西的人来说，汽车是他们第一个改装的硬件。小车要么是被装上全新的立体声系统，改变内饰和外观，要么升级发动机的零件，甚至干脆换成新的。而今天，硬件黑客只要呆在家里就能改造汽车：自制诊断工具，给汽车系统加入计算机控制，在仪表板中嵌入计算机，把汽车做成移动网络热点。所有这些我们都曾做过介绍。我们也还收录了一篇文章，讲的是风能发电机的制造和两个很酷的发动机试验。

两缸的斯特林发动机

威廉·格斯特勒



摄影：柯克·马尔

转速为20转/分钟

斯特林发动机长久以来一直令无数发明家和梦想家们为之魂牵梦萦。本文将介绍制作和操纵一台两缸斯特林发动机模型的完整方案，该发动机可以在几乎任何高温热源下运转。

斯特林发动机是外燃发动机，这意味着在发动机的内部没有燃烧过程发生，从而也无需设计通风口和排气阀。因此，斯特林发动机运转流畅且格外安静。

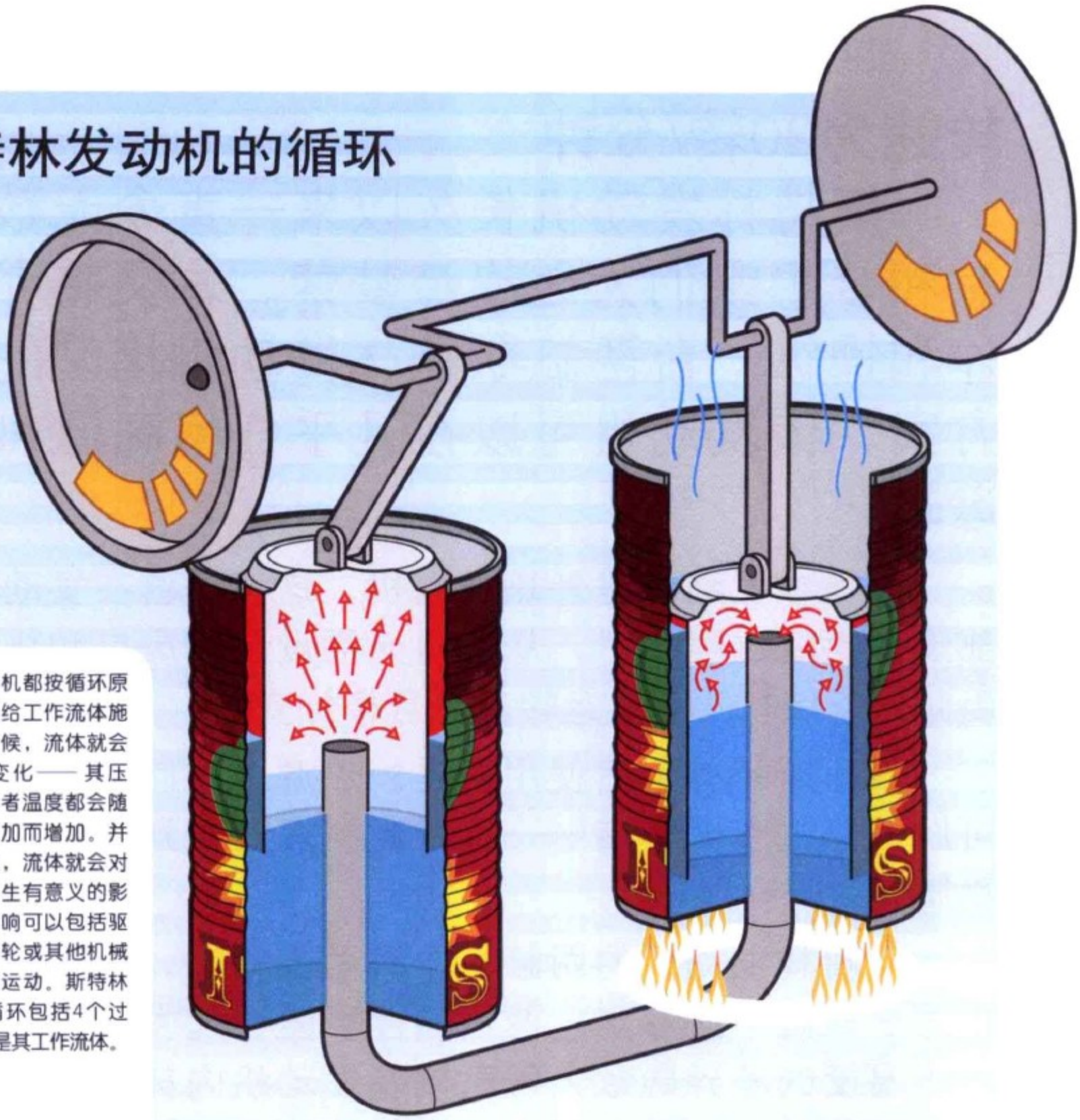
因为斯特林运转使用的是外热源，因此它能依靠任何可以发热的东西运转——从煤炭到汽油再到太阳能的任何物质。

斯特林发动机的两缸水中有两支活塞。一只缸中盛热水另一只缸中盛凉水。两边的温度差引起发动机的旋转。冷热温度的差异导致大气压以及发动机内部体积的变化。这些压力差使一个由惯性重量和机械联动装置组成的系统旋转，这反过来又控制气缸内部空气的压力和体积。

准备： 第310页 **制作：** 第312页 **使用：** 第317页

威廉·格斯特勒任职于本书英文版的技术顾问委员会，是《后院发射学》和《地下科技之冒险》两篇文章的作者。

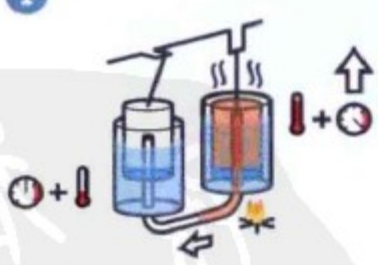
斯特林发动机的循环



多数热发动机都按循环原理工作。当给工作流体施加热量的时候，流体就会经历几种变化——其压力、体积或者温度都会随着热量的增加而增加。并且这样一来，流体就会对周围环境产生有意义的影响。这种影响可以包括驱动活塞、涡轮或其他机械力学物体的运动。斯特林发动机的循环包括4个过程。热空气是其工作流体。

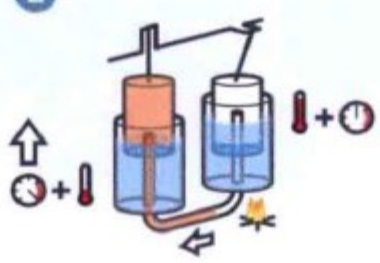
斯特林发动机循环的四阶段：

1



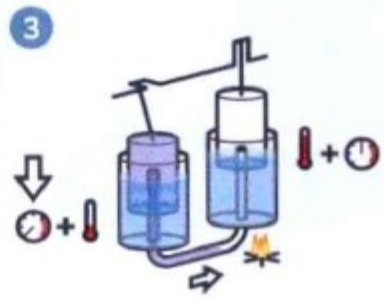
冷却
冷活塞（左）受飞轮惯性的影响向上运动，从而将热空气抽到冷的一端。

2



膨胀
热空气被迫流动到左侧气缸中，导致冷活塞向上运动。这就是动力循环。

3



压缩
随着冷水中的空气收缩，冷活塞开始向下运动。

4



加热
随着冷活塞完全下降，多数空气都流动到热水的一端，从而被加热。

绘图：尼克·轩尔茨/L-Dopa.com

斯特林发动机的故事

多数发动机都依靠热循环工作。更确切地说，叫热动力学循环，这些循环都有自己的名称。轿车依靠“奥托循环”运转，卡车靠“狄塞尔循环”工作。发电机一般依据“朗肯循环”运转，而燃气轮机依靠“布雷登循环”工作。

但有一种循环长久以来令众多发明家和梦想家魂牵梦萦——斯特林循环。斯特林循环是工程师们最早开发出的热动力学循环之一。与其他发动机相比，它显得有些古老。1816年，当一位苏格兰传教士将其作为一种新的发动机种类而取得专利时，科学家们甚至没有想到它竟然是热动力学循环机。

罗伯特·斯特林是一位年轻的苏格兰长老会助理部长，他想出了用热空气作为工作流体的发动机的创意。直到那时，“瓦特”和“纽科门”蒸汽发动机仍然是当时仅存的付诸使用的发动机。

斯特林发动机开始工作……但它也在休息

斯特林的创意是，交替地对一个气缸里的空气进行加热和冷却，使用铰接式机械手臂和一只飞轮让机器在一个流畅且不间断的循环之中运转。

尽管对于他当时所处的时代来说，这款发动机有些复杂而且昂贵，但斯特林教士还是实现了它的工作。早在1818年，他的发动机就被用于从采石场中抽水。到1820年，他哥哥的一座苏格兰铸铁厂用一台45马力的斯特林发动机来拖拉笨重设备。

汽车生产商已经跟斯特林发动机打了许多年的交道。斯特林发动机的多种优良特性使得它成为替代或扩展内燃机的有力备选方案。

1978—1987年，在斯特林发动机项目上汽车厂商开始与联邦政府进行密切合作。其目标雄心勃勃：低排放水平、流畅运转、能源经济提高30%，并形成具有代表性的成功整合和运作。

通用汽车公司于1985年在雪佛兰望族车中推出了一款符合该项目所有技术标准的发动机。但对现存发动机效率的提高与当时低成本的结构相结合，使得斯特林发动机与汽车无缘。

外部燃烧的复兴

在20世纪90年代中期，斯特林式创意被人遗忘了。1995年雪佛兰路明纳轿车安装了一个斯特林混合驱动原型。但那次测试不是很成功，因为混合车没有符合能源效率和可靠性等几项关键目标。该项目随后被遗弃。即便这样，斯特林的拥护者继续研究和推广这项技术。一项重大突破也许即将诞生，可能就存在于一种电能——斯特林发动机中。

虽然不是非常复杂，但对该发动机热动力学循环的工程分析会超出本文的范围。我想这样解释已经足够：斯特林发动机靠四部循环运转，在该四部循环中，发动机中的空气被重复地压缩、加热、肿胀和冷却。当这些过程进行时，发动机就做功了。

虽然多数热发动机对于兴趣爱好者来说都相当容易理解，但自己亲自制作一台却俨然是另一回事儿。多数发动机都要求金属部件加工精确，操作员还要具有极高的忍耐性，活塞和旋转部件需要严格密封间隙。但罗伯特·斯特林的热发动机却是个例外。或者说，起码制作一台工作机模型是没有任何机械加工上的难度的。

关于本书的斯特林发动机

本文将一步一步地详细介绍说明如何制作一台简单的斯特林外燃发动机。

该发动机简易而廉价，并且一旦你能让它转动了，你会真正了解到这类发动机是如何工作的。它们从容地以20～30转/分钟的速度喀喀地前进着，其输出功率极小，且在它运转的时候它只发出悦耳的嚓嘎声。

但要事先声明：所有发动机，甚至包括本文将要介绍的铁罐制斯特林发动机，都是结构复杂的设备，在其内部无数机械运动必须精确而一致，这样才能达到循环操作。

准备



材料

大型钢罐（2个） 直径至少为4英寸。大饮料罐或1磅的咖啡罐都可以；13盎司的咖啡罐太小了

铜质金属丝 比如刷碗用的钢丝球

碳酸饮料罐2个

#3尺寸的橡胶塞子 适合铜制T形管的中间开口

塑料垫片，1英寸长（2个） 垫片的外直径必须与槽轮的内直径相等，而其内直径则必须与曲柄所用的铁棒相适合。可到五金商店购买，一般在包含特制紧固件的小零件箱里

3/4英寸铜制T形管

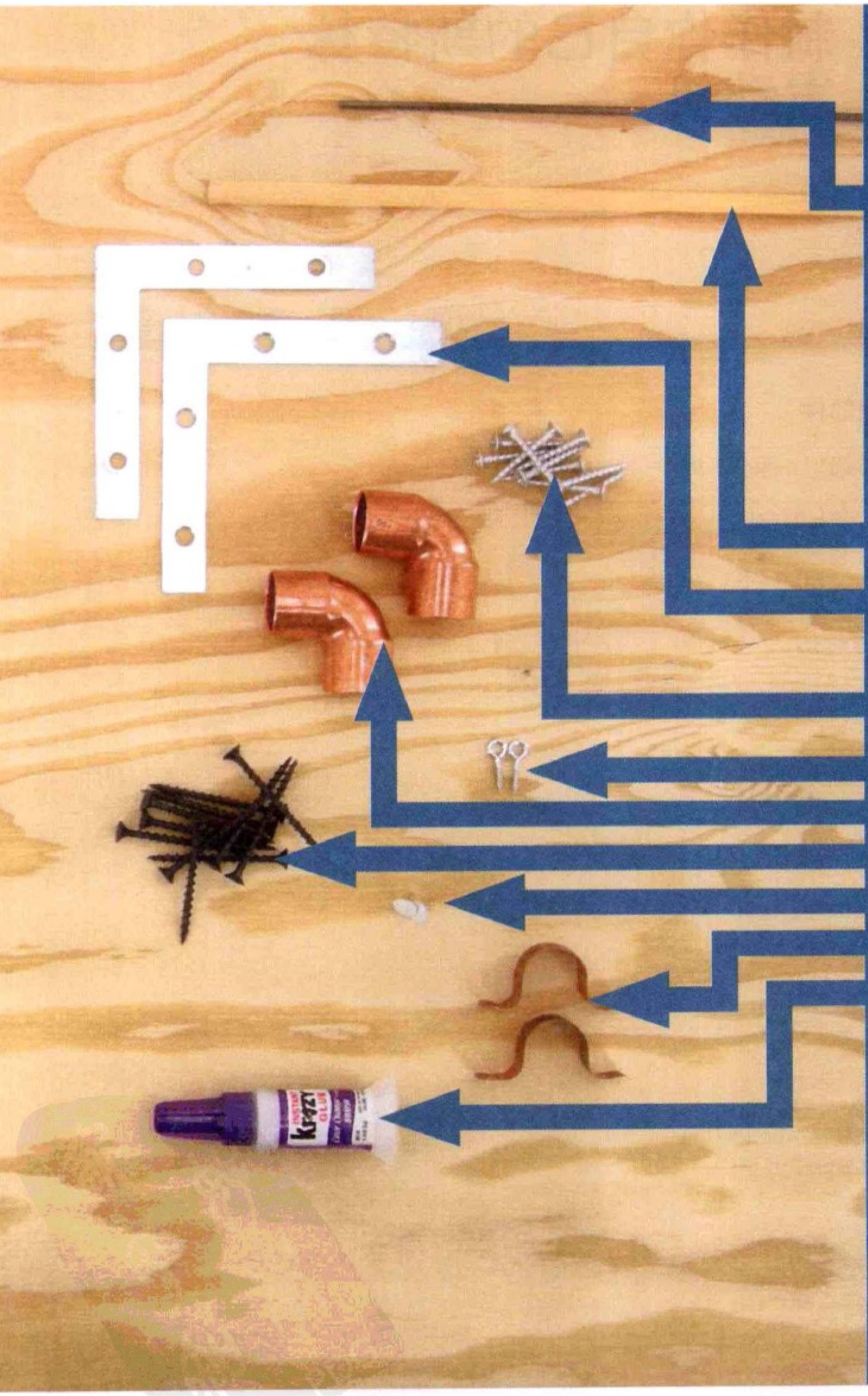
3/4英寸铜制管，约18英寸长 按如下规格切割：2¾英寸的（2个），5英寸的（2个）

直径为5英寸的金属铸模槽轮或滑轮（2个） 比如麦克马斯特汽车配件#6245K45

木块1英寸×2英寸，长9英寸（2个） 块A

木块1英寸×10英寸，长10英寸 块B

摄影：柯克·冯·罗尔



木块2英寸×4英寸，长36英寸 块C

木块2英寸×4英寸，长4英寸 块D

金属棒，约20英寸 用于曲柄轴。我用1根直径为14英寸铁棒，长19½英寸。其他直径规格的金属棒也可以，取决于其延展性和力度。金属棒各自有不同的适应温度，有些更有弹性而有些更不易于弯折。要选易于弯折的但硬度又足够大以便撬起飞轮的金属棒同时还不能产生过多弯曲。

长25英寸、直径为3/8英寸的硬木质定位销（2个）

4英寸带螺栓扁平角撑（2个） 比如斯坦利五金的#306560

1¼英寸墙板钉（10个）

#214带孔金属螺钉（2个）

3/4英寸铜制弯头（2个）

2英寸墙板钉（8个）

大头钉（2个）

3/4英寸管卡子（2个）

氰基丙烯酸盐粘合胶及加速器喷雾剂 在商店或网上可购得

工具

钢锯
老虎钳、大力钳、针头老虎钳子 用于弯折铁棒
实用刀
螺刀
钻和钻头
尺子和卷尺
丙烷焊炬
砂纸
艾伦扳手 适合轮辐的固定螺钉钉

制作



制作你自己的斯特林发动机

开始

时间：一天　复杂性：容易

1. 制作活塞装配部件

该发动机中有两根活塞，一根位于热的一端，另一根位于冷的一端。

1a. 用锯小心翼翼地将每个碳酸饮料罐的顶部锯掉。在平整的侧壁与顶部相交的一点开始切割，切出一个4英寸长的活塞。将切割边缘的毛边去掉，然后将内部清洗并晾干。



1b. 尽量精确地找到罐子底部的中点。将大头钉按入这一点并穿过罐子底部。然后去掉大头钉。



1c. 从罐子的内部在你刚才扎洞的位置再次插入大头钉。

这有助于在穿过大头钉时往罐里加一块碎布。这会使罐子的侧壁保持稳定并防止侧壁弯曲。

1d. 在直径为3/8英寸的定位销底端找到中心点，然后将大头钉按入。小心翼翼地拔出大头钉，包上定位销的底端并用强力胶水固定住。按到适当位置并用加速喷雾剂将之紧紧固定住。



1e. 检测罐的水密性。如果漏水，加更多的胶水。

摄影：泰·诺沃特尼　杰克·麦肯基

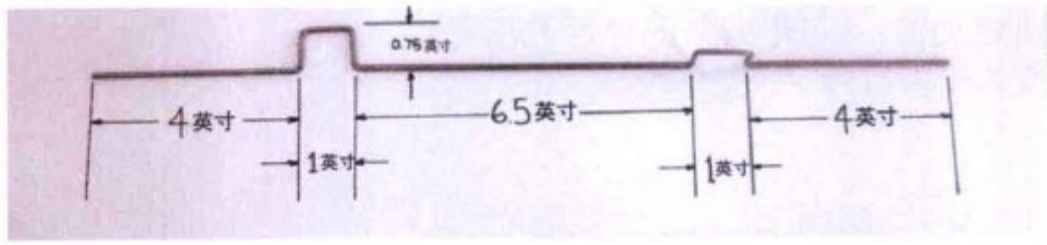
1f. 找到直径为3/8英寸的定位销另一端的中心，钻一个导向孔，将#214带孔螺钉拧入到它的中心位置。使用强力胶水和加速喷雾剂。



2. 制作曲柄轴

曲柄轴是一根经过精细弯折而成的金属棒，它在同一直线上固定住活塞。

2a. 用记号笔在铁棒上尽量精准地画出弯折线，如弯折图所示。



2b. 用锤子、大力钳和老虎钳按图所示将铁棒弯折。在将铁棒严格打造成与图示一致的尺寸和形状时，要特别地细心。2个弯折处（曲柄）必须以90°角相抵消，并且从曲柄底部到曲柄轴中心线的距离必须是3/4英寸。

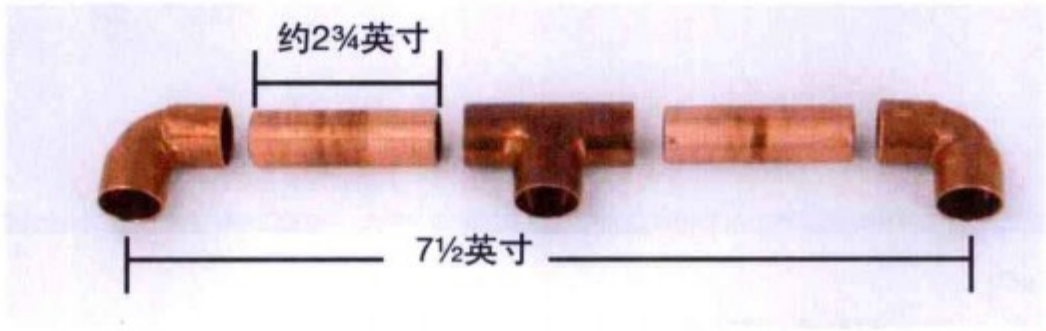


2c. 将塑料垫片插入轮槽。在轮槽轴环内部拧紧螺栓，以将塑料垫片固定在合适的位置。先不要把飞轮安到曲柄轴上。



3. 组装气缸

3a. 在焊接或粘接之前，如果有必要，应将2 3/4英寸铜管切割，这样完成后的组装从一个中心到另一个中心的总长度为7 1/2英寸。



3b. 将铜管焊接或用环氧树脂胶粘合，并如图所示组装到一起，要确保接口处既不漏空气也不漏水。注意定位：铜T形管与另外两孔所形成的平面成90°。



3c. 将橡胶塞子塞入T形管的中间孔。这便是该系统的排水口。

4. 组装蓄水容器

4a. 将每个钢罐的顶部去掉，底部不要做任何变动。用砂纸将切边打磨光滑。



4b. 在每个钢罐底部的中心处画一个直径为3/4英寸的圆。

4c. 小心翼翼地用实用刀具在所画的圆内切出8～12道的辐射形的缝。这些缝应该呈星状，同由中心辐射出来。



如果你将管子焊到钢罐上，钢罐底部必须用锉用力打磨出凸凹不平的表面，这样焊锡才能附着。

4d. 将5英寸铜管通过钢罐底部的孔敲入钢罐。来回滑动铜管直到只有1英寸的管子还露在钢罐外面。



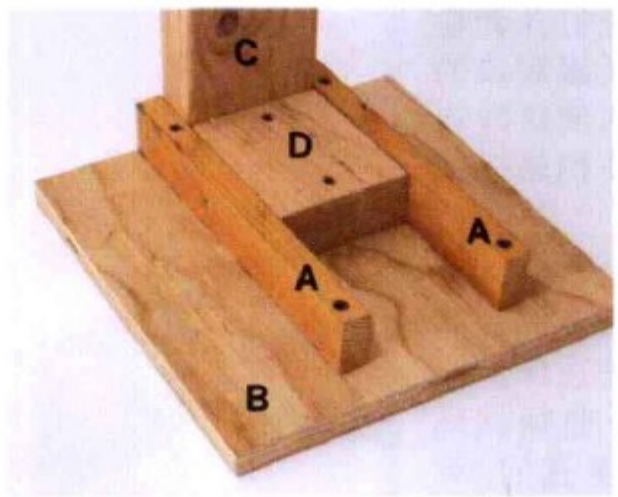
4e. 当铜管与钢罐的这一侧同轴且平行时，在此处将钢管焊定（另外，你也可以将铜管与钢罐接口处用慢干防水的环氧树脂胶粘住，要仔细确保钢管不漏水。让其充分晾干）。



在焊接过程中不放弃。虽然做起来很难，但坚持不懈总会有回报的。

5. 制作框架

5a. 用墙板钉或钉子从木块A到木块D组装成一个框架，如图所示。





6. 组装斯特林发动机

6a. 将蓄水容器插入气缸内。用水填充蓄水罐并检查是否漏水。若漏水用环氧树脂胶修理并晾干。

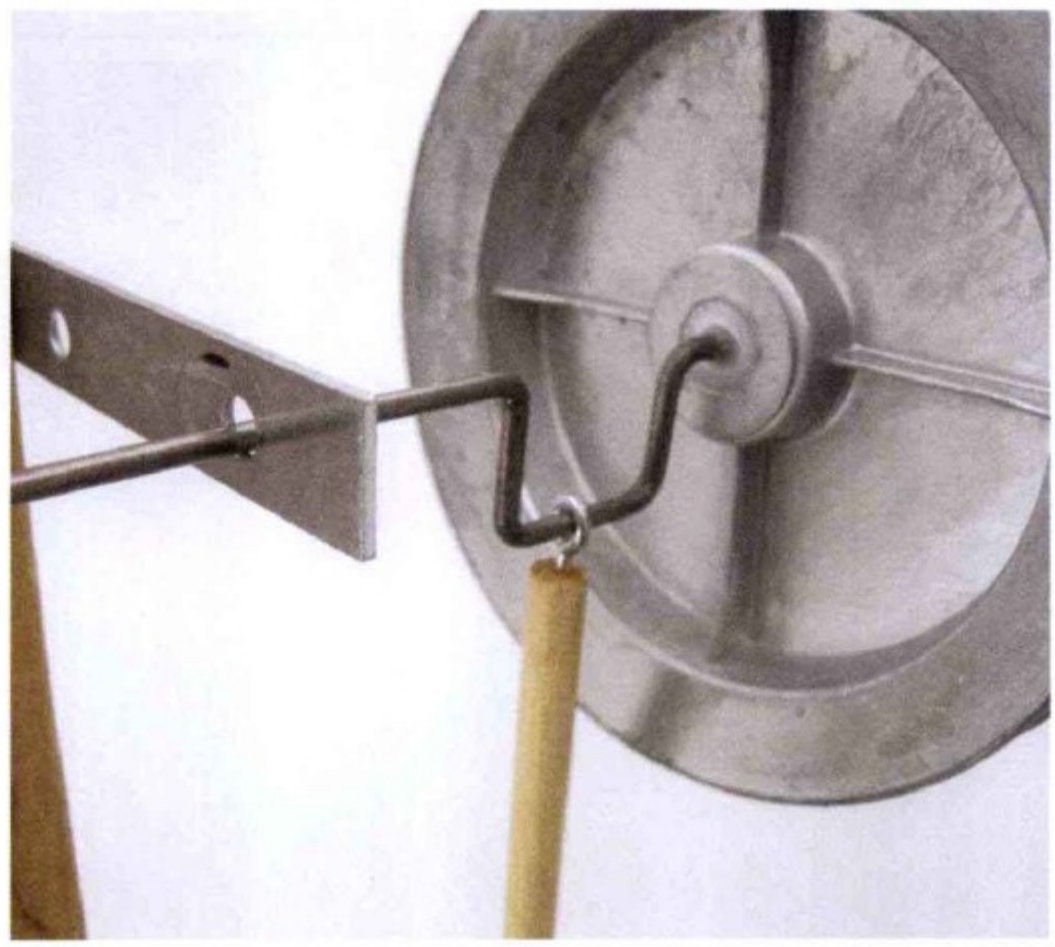


6b. 对每块1英寸×2英寸的木板进行测量并做标记，离框架边缘3 3/4英寸远。将蓄水容器和气缸联合装置按标记的点装在1英寸×2英寸的框架上。现在将3/4英寸铜管夹装在该装置上。将管夹用螺栓拧到1英寸×2英寸木板上。必须用管夹紧紧地夹住联合装置。



6c. 在与铁棒接触的地方滑动螺钉孔至曲柄轴，使一个螺钉孔套住两根曲柄轴。将碳酸饮料罐制成的活塞放入每个蓄水容器内使碳酸饮料罐与铜管接触。转动曲柄轴以使其中一个曲柄指向下。

握住曲柄轴使其保持水平，将曲柄轴提起，直到与位于底部的曲柄对应的罐子大约在铜管顶部上方1/2英寸的距离。这对于曲柄轴来说就是理想的高度。在垂直的2英寸×4英寸木板上标出这个高度，并在这一点安上角形托座，要确保曲柄所穿过的孔距2英寸×4英寸木板后面3 3/4英寸远。



6d. 将每个飞轮安到曲柄轴的一端上。将飞轮尽可能地安装得离木板更近些，但不要影响了曲柄或活塞棒。用强力胶水和加速喷雾剂将飞轮固定在这个位置上。



你已经完成了！

完成

现在就去试试它吧！ >>

使用



制作爱好者，启动你的发动机吧

为了启动你的斯特林发动机，转动曲柄轴直到两根曲柄轴都与垂直方向倾斜成45°角。当把塞子从排水口中拔出来以后，把每一面都填满水，直到排水口中有水滴出为止。擦干并塞紧塞子。

将一面标记为加热的一侧，然后用丙烷火炬将这侧的水加热到沸腾。这需要花一小会儿时间，取决于火炬的热能输出。请保持耐心。

当水已经加热好之后，轻轻推一下飞轮启动发动机。旋转由下述规则决定：冷水一侧比热水一侧落后90°。

如果制作良好，你的发动机就会不断地下降和上升，每分钟重复20～30次，嚓嚓地响个不停，俨然是斯特林的古老创意击打出的节拍。



疑难解答

1. 要确保发动机是水平的。曲柄轴必须能够自由地转动，而当曲柄转动时与之接触的铁棒必须停留在每根曲柄的中间。用夹铁或木板来使该系统水平。如果接触的铁棒不能停留在曲柄中间，你可以在每个螺钉孔上附加一个小线圈或螺母，并用强力胶将其固定。

2. 你也许必须经过反复试验才能确定最佳的飞轮重量。如果飞轮太重，金属棒就会被压弯，以致影响曲柄轴的旋转。但如果飞轮太轻，就不能产生足够的惯性来使曲柄经过压缩阶段并进入下一个膨胀冲程。如果是这样的话，发动机就会跳动而不是循环转动。你可以简单地在它的周围装上几个螺栓或其他重量比较大的物体。

3. 给装满水的大钢罐加热花费需要一段时间。请保持耐心，把水加热到200°F或更高。

4. 把摩擦力和阻力减到最小水平。摩擦力是发动机最大的敌人。要设法减少活塞和水罐、接触棒、曲柄、曲柄轴和将其与木质框架相附着的金属支撑之间的摩擦。

5. 加一个回热器。回热器由一小块导热的金属丝团，它就放置在气缸内橡胶塞子的后面。回热器可提高循环效率并使机器更快地转动。用于清洁厨房污渍的钢丝球就可以。

风力发电机

爱贝、乔希·康纳利

仅仅用一部电动机和一些钢管，你就能制作出这部廉价的、高效的风力发电机——你将会永远享受到免费的电能，而且它的制作步骤简单得让人吃惊。

准备: 第321页　制作: 第322页　使用: 第329页

随电流而至的潮流

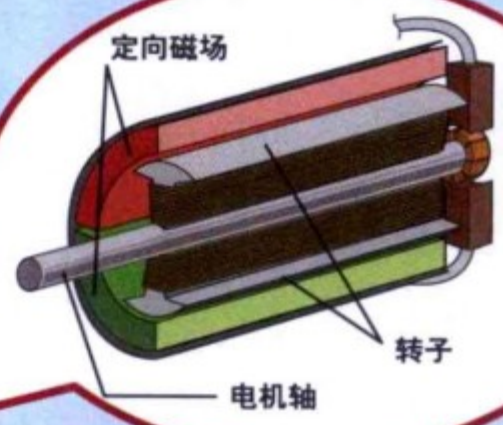
风力是非常充足、清洁、廉价和容易利用的能源，你用它来做什么都没有限制。我们设计的这款“Chispito”风力发电机（它在西班牙语中的意思是“小火花”）制作起来快捷、方便。在制作过程中需要的工具和材料都能够在当地的五金商店和垃圾场找到。我们建议你到当地的转储和垃圾废品回收站去找找你需要的部件。你也可以上freecycle.com网站去搜索能废物利用的部件，然后看看你能否组装一个风力发电机出来安装到屋顶上。

我们相信每个人都能控制他或她的电能源自哪里，而且没有什么比用废品材料制作一部风力发电机更有满足感和成就感。记住：使用纯粹的废品会更好！

爱贝和乔希·康纳利是远离城市的冒险家，居住在美国得克萨斯州遥远的大本德地区。他们在那里用纯粹的废品制成可持续使用的技术产品来进行实验，并以此谋生（velacreatios.com）。

风力发电机详解

Chispito风力发电机是一部非常简单的小型机器，便于由风力驱动运转。在每小时30英里的风力中，我们的发电机能提供30W、电流为7A，电压为12V的电能。

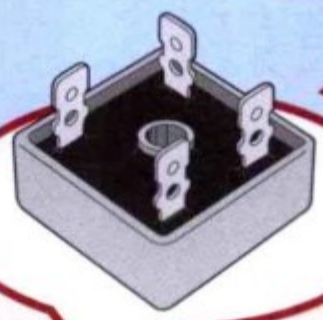


当电机上连接了负载，而不是连接到电源的时候，转动电机的转子，定向磁场就会在旋转电磁线圈中感应出电流。这就是电机能够产生电能的原因。

Chispito中涡轮机的风扇是从聚氯乙烯管上切下来的——在这种足够结实、轻便的材料上刻出柔和的形状，能够增加风扇随风旋转的效率，而不是让它们旋转的时候不停弹跳。

钢管和管用螺丝制成了Chispito发电机的支撑杆，并将各部件连接起来。在底座部分，一段直径为1.25英寸的钢管嵌套在1.5英寸的钢管内，形成了能够让支撑杆竖直放置和上下移动的活套。

在风车和电池之间加入一个二极管，能保证电流只能流向一个方向，即给电池充电，而不是从电池中汲取电力来让电机旋转。因为这个二极管的缘故，制作中我们使用了整流桥，一个使用3个或4个二极管把交流电转变成直流电的元件。你也可以只用一个单向导通的二极管，但是它们通常得不到很好的密封和保护。



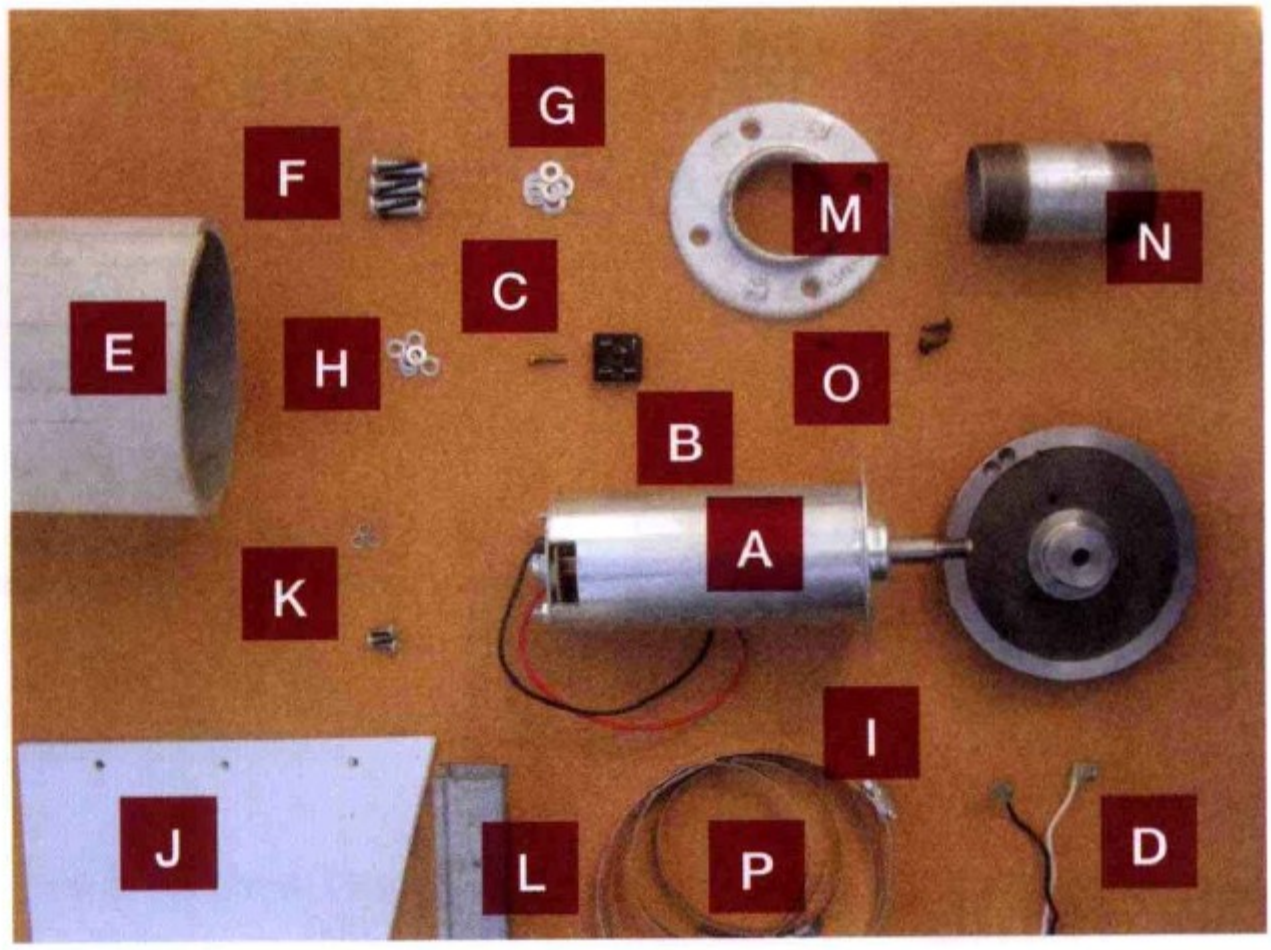
Chispito通过一个调节器给电池充电，能够防止电池的过度充电。这些相同的后端元件还能够从太阳能板阵列或者其他离网的环保能量来源中获得并储存电能，太阳能板阵列由一部微水电涡轮机构成。



绘图：提姆·莉莉丝

准备





材料

电机和电子设备

[A]260V电压5A直流电流的跑步机电机，带有直径6英寸的飞轮。你也可以使用其他结构简单的永磁直流电机，至少在每分钟25转时回馈1V的电压，并能处理高达10A的电流。我们的电机额定电流为5A，空载，并且我们发现线圈能够承受15A的电流不会发热。

如果你使用其他的电机，把这个供应清单改成适合你的。比如说，如果电机缺少飞轮，你得去找一个飞轮给它装上。带有5/8英寸长的轴适配器的圆锯的锯刃就能很好的胜任这项工作。

[B]30~50A整流桥，中心有安装孔。网址是surpluscenter.com，条目号为#22-1180。

[C]安装螺丝（1个）

8号（或者稍大一点）铜线，红色和黑色，均已剥好。红线和黑线都要足够长，从支撑杆的顶部沿着杆身一直连接到电池。我们建议至少要用8号线，但是如果你的支撑杆的位置与电池距离比较远的话，你可能需要更粗一些的导线。

[D]导线叉形接头（4个），用来连接整流桥。

热缩管或电工胶带

电池组我们推荐深循环铅酸蓄电池，而且电池组的总容量至少为200A/h。

电流计

调节器或者充电控制器

保险丝

风扇

[E]2英尺长的外径为8英寸的聚氯乙烯管，规格为SCH80。如果聚氯乙烯管是抗紫外线的，你就不需要再给它刷漆了。

[F]直径1/4英寸的20号螺栓，3/4英寸长（6个）

[G]20号垫圈（9个）

[H]锁紧垫圈（9个）

[I]软管夹（1个）

扇叶

[J]1平方英尺（大约数）大小的薄金属板

[K]安装螺丝和锁紧垫圈（大约需要9个）

支撑杆顶部组件

[L]36英寸长、边长为1英寸方形金属管或者边长为1英寸的山型钢

[M]直径为2英寸的法兰底板管件

[N]直径为2英寸的钢管连接管，至少4英寸长

[O]安装螺丝（2个）

电机组件

[P]72号软管夹（2个）

支撑杆

10英尺~30英尺长，由直径为1.5英寸的钢管制成，两端都剥好。

支撑杆底座

2英尺×1.25英寸的钢管连接管（2个）

6英寸×1.25英寸的钢管连接管

直径为1.25英寸的90度钢管弯头（2个）

直径为1.5英寸的钢管T型头

10磅的袋装快速混合混凝土（2~3袋）

直径为3/4英寸的10号薄金属螺丝（4）

支撑杆固定

牵引绳索，由镀锌钢制成带有200磅的工作负荷。

直径为1.5英寸的U型螺栓

木棍（4根）

螺丝扣（4个）

工具

电钻和钻头（直径分别为5/32英寸、7/32英寸、1/4英寸）、线锯、螺纹套、管扳手、月牙扳手、一字螺丝刀、老虎钳和/或者螺丝钳、剪线钳、金属锤或者金属钻、卷尺、水平仪、标签、胶带、圆规和分度器、铲子、独轮车、一些绳子（每根至少是牵引绳索的两倍长），还要找一两个人来帮助你。

制作



制作你自己的风力发电机

开始>>　　时间：几个周末　　复杂度：中等

1. 剪裁风扇

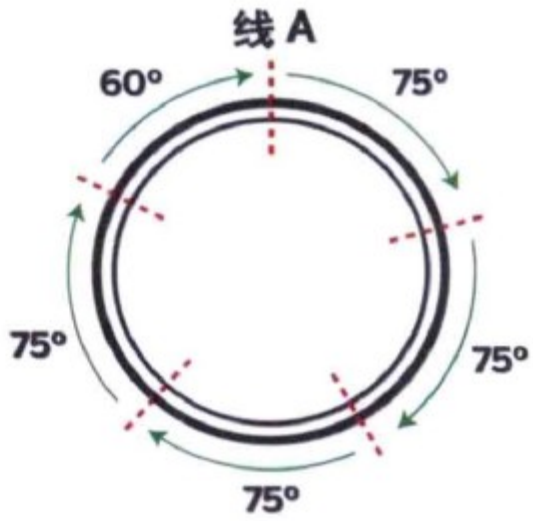
现在我们开始剪裁。

1a.把24英寸长的聚氯乙烯管和方形管（或者其他直边管）靠放在水平表面上。把聚氯乙烯管紧紧贴在方形管上，沿着管子的纵长标记出一条线来。这就是线A（见图A）。

1b.从线A开始，沿着管子的纵长方向每隔75°画出平行线。你的管子上应该一共有5条线，如图A所示。注意最后一段弧长宽度只有60°。这样就可以了。



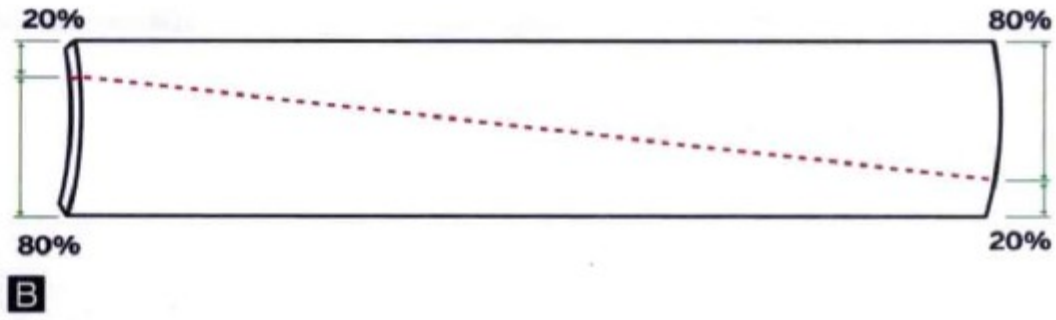
1c.用线锯沿着线切下来，把管子分成5段。前4段比最后一段（60°弧长）要宽一些。现在把60°的那段放到一边。



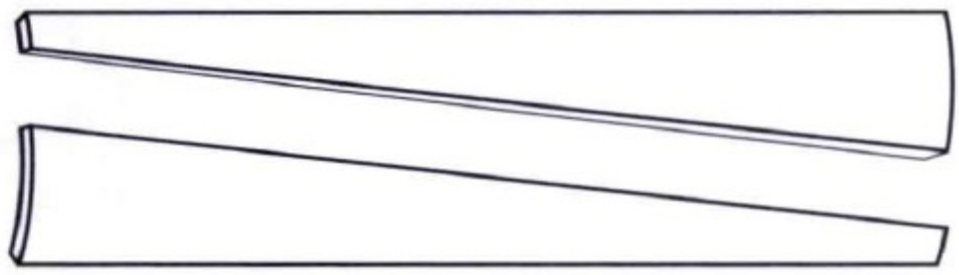
1d.把4段75°弧长的管片凹面向下放置。对每一段管段，从它的一角以及斜对的相反边开始，在宽度的20%处做上标记（见图B）。

1e.在你刚才在每一片管段上做的两个标记之间画一条线，用线锯沿着这条线切下来（见图C）。你最终应该会得到8片大小一样的梯形风扇叶。剩下的60°管段还可以用来制作第9片扇叶。现在，你的扇叶足够制作出3个发电机风扇了，或者将它们作为一个发电机风扇大量的备用品。

1f.现在你要从每片扇叶的一角开始剪裁。首先，测量扇叶的宽度（如果使用的是8英寸直径的聚氯乙烯管作为制作原料，其宽度应达到5.75英寸）。将这个宽度值定义为W。然后沿着扇叶的对角边，从较宽的一边开始大约W/2的距离出做出标记（如果你使用的是8英寸直径的聚氯乙烯管，这个距离约为3英寸就足够了）。在扇叶的宽边上，从长直边开始W的15%距离出做出另一个标记（8英寸管的距离为1英寸）（见图D）。

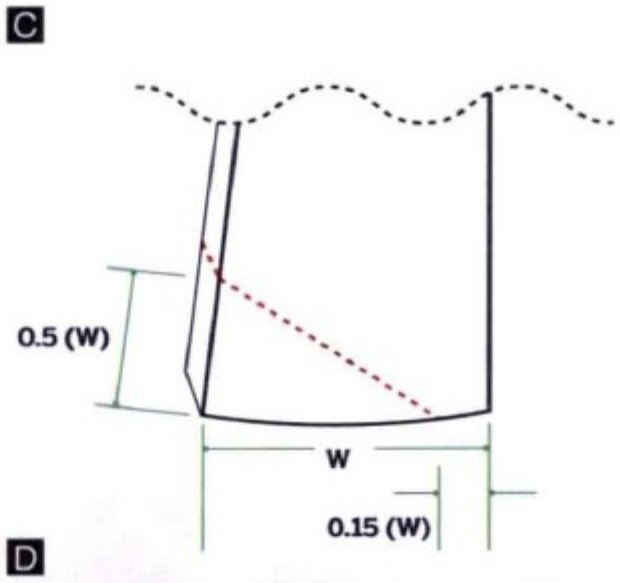


B

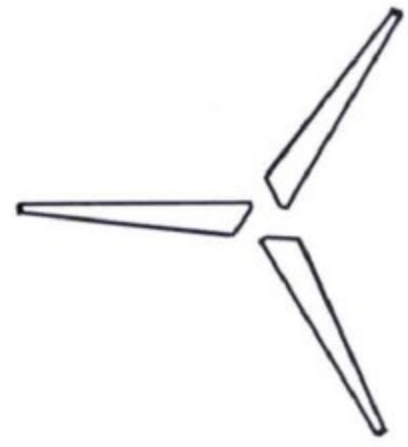

C

1g.把上述两个标记连接起来，并沿着这条线剪下来。切掉这个角可以防止扇叶彼此之间干扰风力流动。

1h.制作好的扇叶应该和图E中的模型看起来一样。从你制作的一批扇叶中挑选出3个最好的出来，进入下一步制作尾翼的步骤。



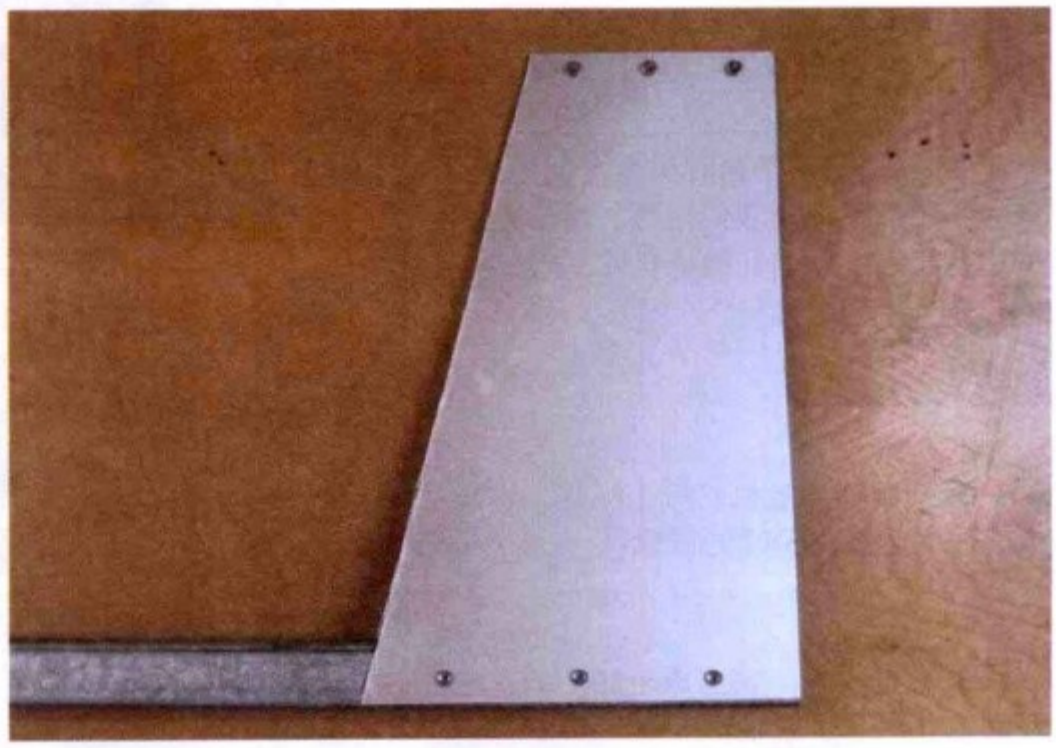
D


E

2. 制作尾翼

2a.剪裁尾翼。你可以把它制作成任何你喜欢的形状，只要它最终是非常坚直，不松松垮垮就行。尾翼十分精确的尺寸并不重要，但是你要想使用大约1平方英尺的轻质材料的话，最好用金属材料。

2b.用直径为5/32英寸的钻头钻两个或三个孔，均匀分布在尾翼的前端。然后把尾翼放置在方形管的一端，注意这里会涉及管子左侧还是右侧的问题，因为发电机要竖直放置。通过尾翼上的孔在方形管上做上标记。

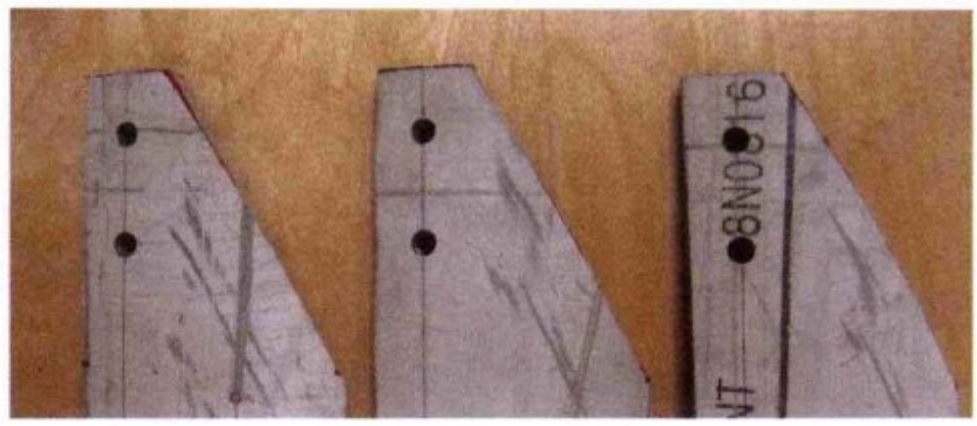


2c.在方形管上你刚才做的标记处打孔。

2d.用薄金属螺丝把尾翼装到方形管上（或者你稍后再做，不会妨碍到其他工作的）。

3. 安装扇叶

3a.取出选定的3片扇叶。在每片扇叶较宽的一端，紧贴着切掉的一角的地方，沿着长直角边（与长斜边相反的那条边）做出两个孔的标记。第一个孔应该距长边3/8英寸，距底边1/2英寸，第二个孔应该距直边3/8英寸，距离底边1.25英寸。



3b.使用直径为1/4英寸的钻头，钻出3片扇叶上的6个孔。

3c.从电机轴上拆下电机轮。我们拆卸的时候，是用钳子固定住电机轴的底部，顺时针旋转电机轮把它拆下来的。这个电机轮是顺时针拧开螺丝的，与一般的方向相反，这也是为什么扇叶要逆时针旋转。

3d.用圆规或者分度器，在纸上画出电机轮的模板。然后标记处三个孔的位置，每个孔均距离圆心2.375英寸，彼此大小相等，相距120°。

3e.把这张模板纸放到电机轮的上面，用金属锤或者金属钻通过模板纸在第一个孔的位置钻出印记孔来。





3f.用直径为7/32英寸的钻头钻出这几个孔，然后用直径为1/4英寸的塞子塞住。

3g.用直径为1/4英寸的螺栓把扇叶安装到电机轮上，螺栓通过扇叶最底部的孔连接到电机轴带动扇叶旋转。这个时候，三个扇叶较外的孔还没有钻出来。





3h.测量每两个扇叶尖端之间的距离，并调节距离让它们相等。然后通过每片扇叶上空着的孔给电机轮3个外侧孔标记并钻出印记孔。

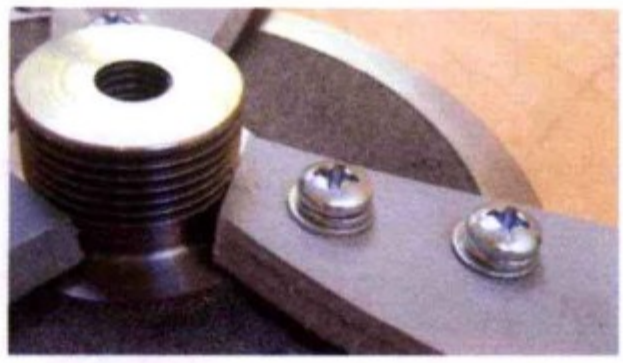




3i.给扇叶和电机轮打上标签，这样你就能确定每片扇叶的位置。

3j.拿走扇叶，钻出电机轮上的3个外侧孔并用塞子塞住。

3k.把每片扇叶固定在相应的电机轮的位置上，这样所有的孔都处理好了。用直径为1/4英寸的螺栓和垫圈固定扇叶，在电机轮的背面用螺栓头固定住。内侧3个孔上的每个螺栓都需要两个垫圈，扇叶每面用一个。外侧孔只要1个垫圈垫在靠近螺栓头的地方。拧紧它们。



4. 发电机组装

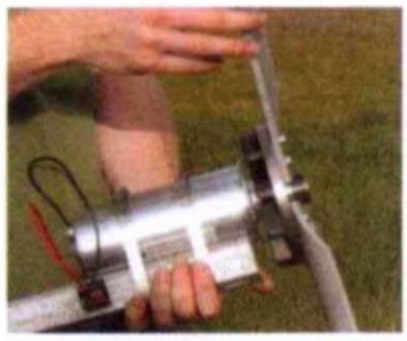
4a.在方形管上钻一个直径为5/32英寸的孔，距离管子的前端大约有5英尺。孔的位置位于方形管打了尾翼孔的另一端上，任何一面都可以。把整流桥放在孔上，用一个10号薄金属螺丝把它拧进方形管中。





4b.用软管夹把电机安装在尾翼的另一端。不要拧紧夹子，因为稍后你还要做平衡调节。





4c.把从电机引过来的黑线和红线压接到叉形连接头上，并把它们连接到整流桥交流电压两相端口L1和L2上。用热缩管或者电工胶带对连接处进行绝缘。



4d.如果你还没完成，把尾翼装上去。

4e.重新把扇叶组装到电机上。



4f.现在我们将要组装支撑杆。用管扳手把螺纹接管紧紧地拧到法兰底板上。把螺纹接管夹到台钳上，这样法兰底板就能正面朝上并且水平放置。

4g.把发电机放置到法兰底板/台钳上，调节电机的位置使它保持平衡，然后拧紧软管夹。在方形管上标记出点来使之匹配法兰底板上的孔。

4h.用直径为5/32英寸的钻头把这两个孔钻出来（你可能需要把电机轮和尾翼摘掉以后才能做这项工作）。

4i.用两颗薄金属螺丝把方形管固定到法兰底板上。

5. 植入支撑杆底座

支撑杆是你风力发电机系统中最重要的部件之一。支撑杆必须要结实、稳定、容易升起和降下以及固定完好。

5a.挖一个深2尺直径为1英尺的坑。

5b.通过直径为1.25英寸的钢管T型头的水平部分将尺寸为6英寸 × 1.25英寸的钢管接头插进去。

5c.在钢管接头两端都接上钢管弯头，注意要装到T型头的两端，这样两个钢管弯头才会指向同一个方向。

5d.把两个尺寸为2英寸 × 1.25英寸的钢管接头插到钢管弯头空余的端口。

5e.把这个铰合好的底座放进坑里，这样T型头能刚刚离开地面。在周围再挖一挖，调节底座的位置让2英寸的钢管接头竖直向下并让T型头的水平部分完美地保持水平状态。



5f.底座位置调节好后，调制一些混凝土并灌进坑里。

6. 竖立并固定支撑杆

你的支撑杆竖立得越高，你的发电机获得的风力越大，产生的电能就越多。

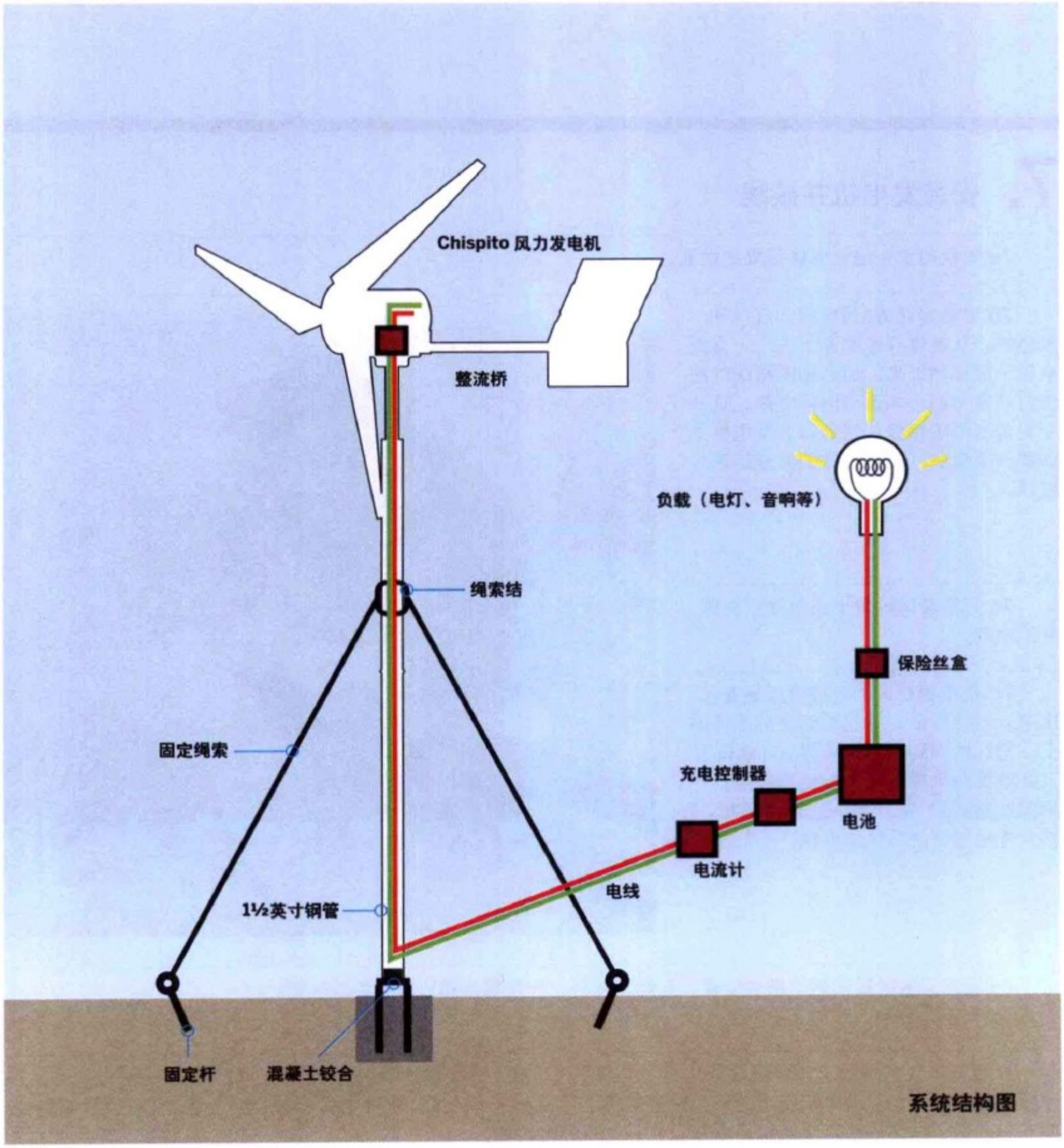
6a.钻一个稍微大一些的孔，孔深从直径为10英尺~30英尺的钢管底部开始大约为1英尺，给铜线做出引出通道。

6b.把钢管拧进底座铰合好的T型头的垂直部分。

6c.制作4个结实的、有弹性的圆环套在固定绳索的外面，直径大约为5英尺。每个圆环上都要把绳索绕几圈，并捆扎好。

6d.围绕钢管将直径为1.5英寸的U型螺栓插到钢管里，高出钢管表面3英尺。把4个绳索环绕在U型螺栓上，与钢管之间要保持一定的间隔。然后拧紧U型螺栓的螺帽。

6e.把U型螺栓上的每个线环都要弄紧。还要把绳索（安全绳）打结穿过支撑杆对面的绳环。



6f.确定4个固定杆的位置，让它们与底座保持一定的距离，至少为支撑杆高度的50%。对于我们15英尺高的支撑杆来说，我们设计的固定杆的位置离底座有12英尺远。然后把固定杆牢牢地钉在地上，轻微地向底座反面倾斜一个角度。或者，为了更高的强度和牢固性，在地上挖2英尺深的洞，把固定杆用混凝土浇筑到里面。

6g.给每个固定杆套上螺丝扣，用几股绳索来固定。

6h.举起支撑杆，把每根安全绳都绑到一些固定物上，比如卡车、建筑物上（这时候就需要其他一两个人的帮忙了）。把绳索绑到螺丝扣上。

6i.保持支撑杆的竖直放置，把所有的螺丝扣都拧紧以确保安全。

6j.标记出目前螺丝扣的位置给以后的工作做好参考，所以当你重新升起支撑杆的时候，你就会知道你需要将螺丝扣往回拧多远的距离。

7. 安装发电机并接线

7a.放松前安全绳让支撑杆降到地面。

7b.准备好两根8号电线，红色和黑色的，从支撑杆内部通下去，一直到从管子底部伸出来。然后把两根线的底部打结在一起，创造出闭环电路。这是个安全的预防措施；它在风力发电机上加载一个负载，防止工作的时候转速过快。



7c.把组装好的发电机滑动到支撑杆的顶部。

7d.把支撑杆内的电线通过底座拉出来，剥掉线尾，并压接到叉形连接器上。把红线插到叉形连接器DC+端口上（此连接器可能垂直于其他连接器），把黑线插到DC-端。用热缩管或者电工胶带对连接部分进行绝缘处理。

7e.把前安全绳拉回到原来的位置，升起支撑杆，拧紧螺丝扣以便于制作标记。

7f.解开电线的尾部，按照系统结构图（见前一页）所示连接你的系统。接入一个调节器、一个电流计、一个保险丝盒和一个从发电机引出的正极线上的停止开关，这个开关位于发电机和电池组之间。这在制作者的说明书中提到了。然后接入电池组，看着它充满免费的电能吧！

授人以渔

授人以鱼还是授人以渔？

爱贝和乔希·康纳利更愿意教人们怎么制作自己的风力发电机，而不是给他们提供最终的成品。他们把自己制作的风力发电机带到墨西哥背部的一些非常贫穷的乡村社区，那里地貌崎岖、距离遥远，并网发电不是个可实行的选择。他们还在说明书中给整个村子举办了专题，还给一些社区设计了太阳能水泵。

“最根本的是，我们着重于居民们的自我帮助，”爱贝说，“到目前为止，我们受到了非常热情的欢迎。”

关于他们更多的信息以及获得他们项目完全的使用方法，请参见velacreations.com。

“设计简单以及成本低廉是驱动因素。自我修复和低维护选择则是必不可少的。我们的目标很简单：帮助那些想要知道使用方法的人们。”

使用



属于你的免费风力电能

安全性

安全性是你制作过程中要考虑的最高优先级。人们的生命要远比电力重要，所以请你遵守任何一条以及每一条你遇到的安全守则。风力发电机有一定的危险性，快速旋转的扇叶以及高电压，尤其是恶劣天气条件下更具危险。下面这些情况必须要考虑到。

- 将你的电力系统接地并要接入保险丝，而且每个元件都要这么处理。
- 当查看风力发电机的时候总要站在上风处，避免万一出故障后有掉落物砸到你。
- 当你竖起支撑杆或者风力发电机的时候，总要系好安全绳或者钢缆。
- 总要保证接线安全，要采取合适的绝缘措施，比如热缩管或者电工胶带。
- 当电线的正极和负极连接到电池的时候绝不要同时接触它们。
- 绝不要让你的风力发电机接触到任何事物，除非它现在在地面上。总要让它连接到电池上或者其他什么负载上面，否则把从发电机引出来的正极线和负极线交接在一起，创造出闭环电路系统。如果没有以上至少一种预防措施，发电机就可能空转并加速到危险的速度。
- 绝不要把电池放置在高温、有火花或者有明火的环境里，不要再电池附近吸烟。电池容易被点燃并发生爆炸，从而带来损失。

系统维护

为了给你的风力发电机比较长的生命周期，你应该对扇叶进行一下粉刷，用铝带之类的东西把电机缠绕起来。

电池通常是你的系统中最贵的元件，而且需要你精心保养。Chispito风力发电机的额定电压为12V，所以你的系统参数应该与之匹配。我们推荐深循环铅酸蓄电池，而且电池组的总容量至少为200A/h。定期检查电池的液面高度，保证电池最长的使用周期。不要使用汽车或者海洋型电池；它们很快就会耗尽电能而且用在电池组中会发生危险。

为了系统的正常运转，你需要3个调节器或者充电控制器，以及一个电流计。电流计能够让你了解风力发电机的充电电流的速率，并且调节器能够能够防止你的电池过度充电。

具体用法

我们用Chispito风力发电机，和100W的太阳能板一起，给我们屋内所有电力需求供电。包括笔记本电脑、卫星信号接收器、电视机、盒式录放像机、DVD播放器、打印机、立体式音响、电动工具和电灯。我们的系统由一副450安培小时的电池组、一个1 000W的逆变器、以及适当的保险丝和家用断路器构成。

风力发电机有非常广泛的应用，能够满足你从整个屋子的供电到电脑和打印机的供电，再到给你的电动休闲车的电池包重复充电的特定需求。而且我们的模型最棒的事情是，你可以用商店里出售的制作好的风力发电机的价格，逐一地制作出10架发电机来。

资源

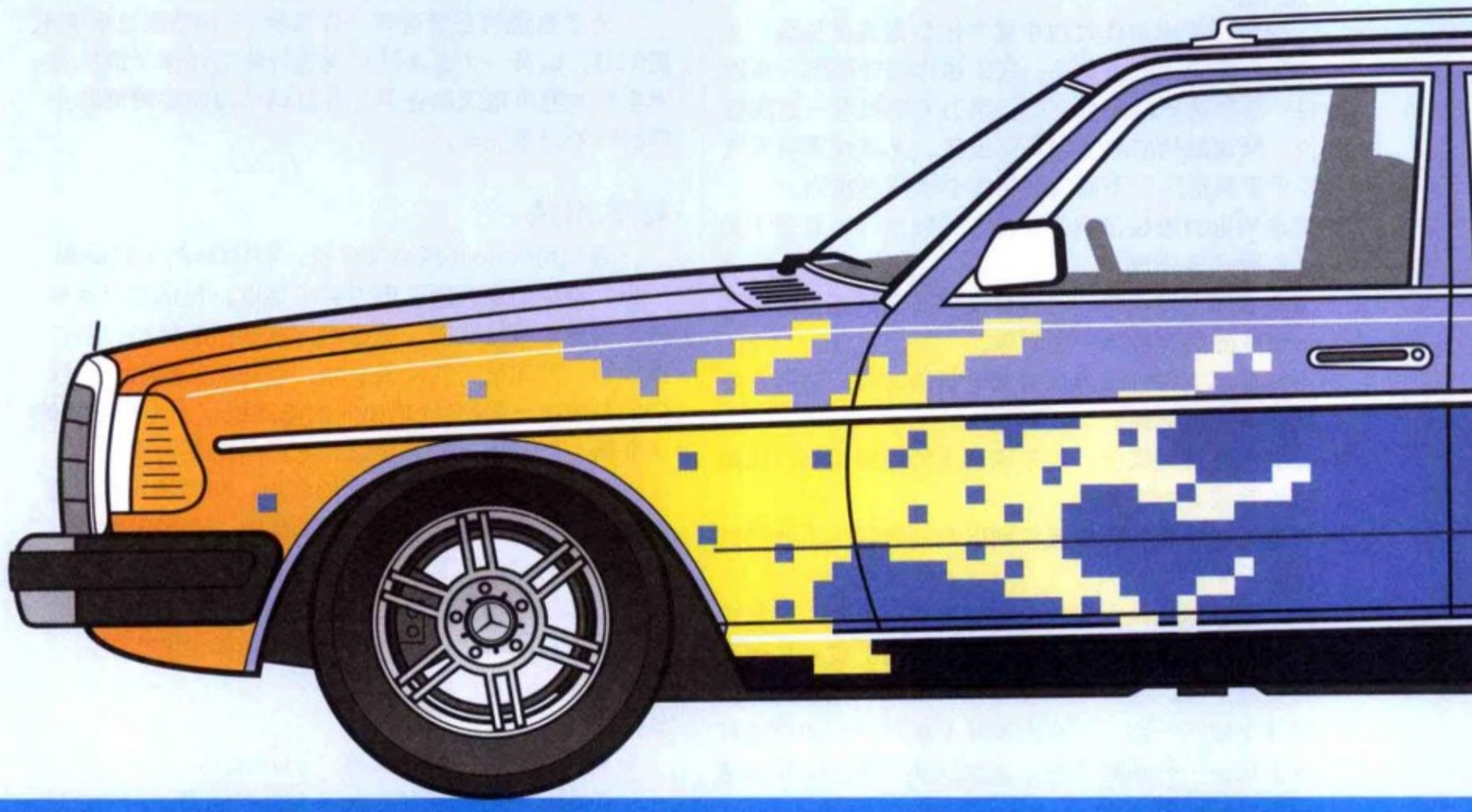
有关风力的信息和灵感：otherpower.com

美国风能资源亚特兰大风力分布地图，用来评估一个地区风力能源的可利用性：rredc.nrel.gov/wind/pubs/atlas

埃德温·伦茨利用一台旧微波炉制成的风力发电机：windstuffnow.com/main/microwave_wind_generator.htm

车随心动

汽车就是摆在轮子上的改装平台



詹姆斯·邦德（James Bond）有一位好搭档Q，帮助他改装汽车。不过，按照本杂志提供的改装汽车指南，你将学会怎样把你的坐骑改造成全负荷、耐油、MP3播放、无线网络覆盖的魔鬼神器。

绘图：尼克·舒尔茨

1 轮上改装平台（第332页）

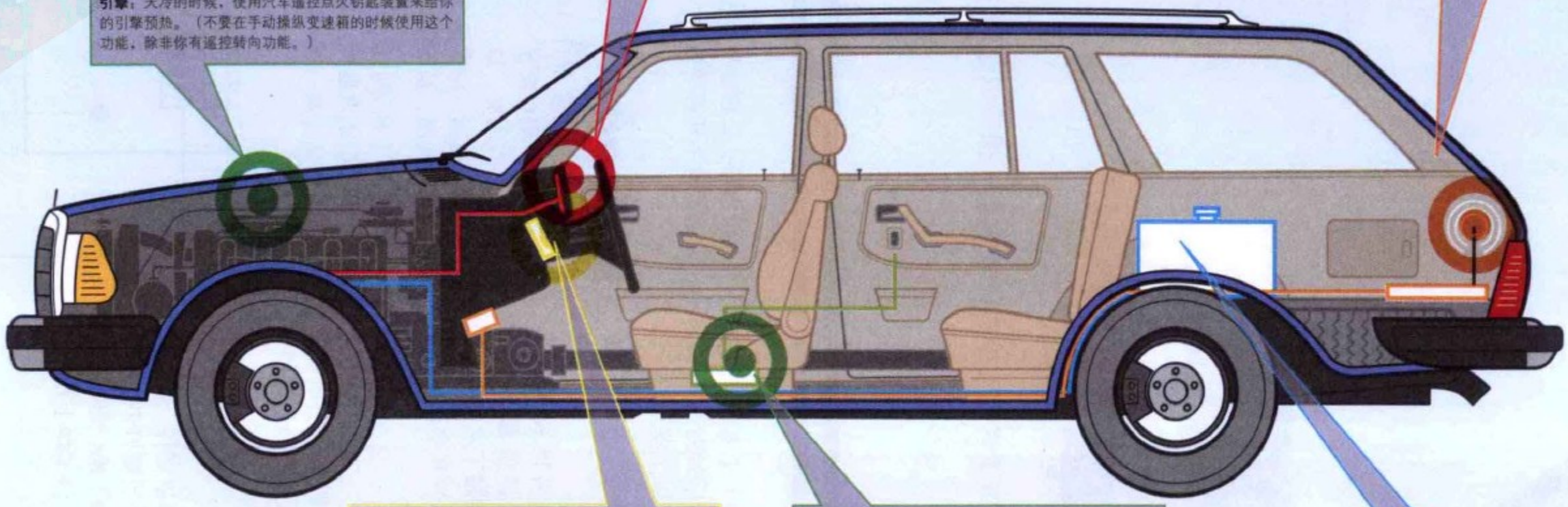
安装一台电脑以及一个继电器镜，把你的汽车变成一个Wi-Fi热点，然后使用GPS和网络摄像头在线输入你所在的位置，这样就能自动生成旅行记录照片。

2 线路检测工具（第338页）

使用这个自制电气工具，自动线路检测变得不再困难。

3 STOMPBOX移动热点（第342页）

航海与通信：高速的3G网络能把你的座驾变成一个无线热点。通过无线技术，你能够远程唤醒你的计算机。



引擎：天冷的时候，使用汽车遥控点火钥匙装置来给你的引擎预热。（不要在手动操纵变速箱的时候使用这个功能，除非你有遥控转向功能。）

诊断工具：判断你的汽车上12V供电系统的导通性、极性和是否失压。使用灯光和蜂鸣器来指示情况。

娱乐系统：当你的汽车停在车库里的时候，车载电脑可以帮助你从家用电脑里下载DVD和MP3，以便日后播放。

便携式MP3播放器适配器：经过改装的适配器装置可以让你通过汽车音响系统来播放和控制iPod。

导航与通信：高速无线宽带网络（EVDO）将你的汽车变成无线保真技术（Wi-Fi）热点。将蜂鸣器连接到电脑上，你还可以远程启动计算机。

电动车窗升降器：天热的时候，可以提早把热空气排出去。通过车载电脑并行端口控制的继电器电路，你可以远程控制车窗的升降。

电动门锁：被锁在车外了？通过与并行端口引脚相连的簧片继电器，你可以使用掌上式无线设备或远程计算机来为你的汽车开锁。

电动门锁：被锁在车外了？通过与并行端口引脚相连的簧片继电器，你可以使用掌上式无线设备或远程计算机来为你的汽车开锁。

5 如何把iPod安装在车里（第359页）

除了使用调频发射器或录音带接头，想要让你的汽车音响更好地播放MP3歌曲吗？把天线给剪掉吧，直接把iPod接到音箱插孔里去就行了。

4 制作生物柴油（第350页）

把使用过的（或新的）植物油转变成可上路使用的生物柴油，并探索其他人们认为过时或者不曾注意的新方法。

1

轮上改装平台

车上的12V电源为你提供了许多有趣的改造机会，你可以让爱车实现连汽车厂商也只是幻想过的功能。

多米安·斯托拉日

我给所有的爱车都装上了电脑。我也为爱车设计并安装了针对汽车不同部件的控制电路。以下就是汽车上最明显的几个改装接点。

引擎：安装了自动点火遥控装置（例如Commando EZ-2500遥控装置，参见commandoalarms.com）。你只要按下遥控钥匙上的按键，就可以让汽车自动点火（在手动操纵变速的时候可不要这样做）。

电动门锁：我们都有过被锁在车外面的经历。那么，要是能够通过电脑输入密码来开锁，是不是要方便得多呢？

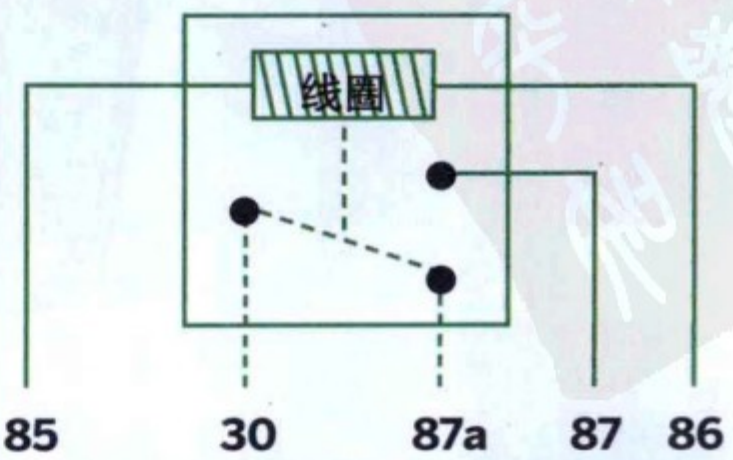
车窗、车灯、扬声器：你可以制作一个继电器系统来实现远程控制。在你下班离开办公室之前，你可以提前几分钟把车窗摇下来，排出车内的热空气。当你在大型购物中心停车场上找不到车子的时候，你也可以让车子响一下喇叭或者亮几下车灯。

在进入汽车改装详细介绍之前，下面将首先介绍继电器、二极管和并行端口。大多数汽车的电子改装都离不开这些结构。

继电器及其使用

汽车内的许多部件（如窗户、车锁等）都使用到继电器。继电器是一种电控开关。当你按下钥匙按钮准备锁车时，这个按钮将产生较小的电流通过继电器。随后，继电器合上开关，并让更大的电流通过电磁线圈，从而使车锁产生动作。

带有一个开关的继电器称为单刀继电器，带有两个开关的继电器称为双刀继电器。只有一种开关状态（即具有两个端子）的继电器称为单掷继电



器，具有两种开关状态（即具有三个端子）的继电器称为双掷继电器。

这里画出的继电器是单刀双掷继电器。从图中可以看到，继电器有五个接线端子。其中两个端子是用来触发开关的，另外三个端子构成了两种开关状态。当你给继电器上电（给85号端子和86号端子施加12V电压）时，继电器内的电磁线圈就会产生磁性，将开关吸附过去，从而接通30号端子和87号端子。当你把85号端子和86号端子之间的电压撤去，继电器线圈磁性消失，开关在弹簧的作用下弹回普通状态，即30号端子和87a号端子。

你可以将继电器连接起来，组成更加复杂的开关电路（若汽车启动、窗户摇下、后备箱打开，则鸣笛）。有关汽车继电器更多的有趣应用实例，请访问the12volt.com/relays/relays.asp。

二极管：单向通路电子器件

二极管是一种只允许电流单向通过的电子器件。元件图上标有竖线的那一端表示负极，电流只能由正极流向负极。因此，如果你希望电流朝某个方向流动，你应该把竖线端朝向那个方向。

比如说，你希望加一个开关，让收音机始终开着，即使车钥匙拔下来也还开着。你可以从12V电源里拉一根线出来，接上一个开关，然后连到收音机的“点火”开关。如果你合上开关，收音机就会马上启动。不过这样做有个问题，就是电流可能通过点火电线回流，并流到与它相连的其他器件上去。解决方案就是使用两个二极管：其中一个二极管装在新开关与收音机之间（竖线朝向收音机），另一个二极管装在点火装置与收音机之间（竖线朝向收音机），这样就能保证电流只朝向收音机一个方向流动了。

控制：并行端口

使用并行端口可以方便地控制车内电脑的开关。并行端口有六个引脚，每个引脚的电压可设为5V或0V。使用一个电阻和一个输出电压为5V的小型簧片继电器（如RadioShack 275-232或275-310），你就可以通过编程的方法，使用并行端口线路将某个引脚设为0或者1，从而激活或停用相应的开关。

如果你想触发照明负载（如小灯泡），你只需要将12V电源线接上继电器。如果你想触发更大的负载（如汽车前灯、车锁、或车窗），你应该将继电器连接起来使用。电压5V的小继电器可以将12V电源传至电压12V、电流30A的汽车继电器，从而控制较重的负载。

并行端口没有必要改造。你可以买到很多基于USB、串行口或并行口的继电器控制器，方便地插入计算机。这些装置装有熔断器可保证安全，易于编程，并且已经包含了代码示例。例如，我使用的是ontrak.net制造的ADR2010，通过车载计算机来控制我的爱车纳什的车窗。

传呼机电源

我希望能够从家里激活并访问我的车载计算机，这样我就可以在开车的时候通过无线网络来下载音乐和收取电子邮件，并通过我们公司的CarBot软件来读给我听。我没有让车载计算机一直开着（这样可太耗费汽车电池了），而是买了一个传呼机（每月服务费用4美元）连接在车载计算机的“点火”开关上。计算机电源（mini-box.com的M1-ATX型号）提供了一种模式，在启动后会保持两个小时，给我足够的时间去完成想做的事情。

我把传呼机蜂鸣器装到计算机电源正极的“点火”引脚上，并把计算机电源通过二极管隔离，以防电源正极电流回流到传呼机。这样，我就可以在城市的任何地方启动车载计算机了。

计算机运行的是Windows XP专业版操作系统，配置为通过Wi-Fi或EVDO无线网络自动连接到互联网，并启动广受欢迎的即时通讯工具Trillian。不论何时，我都可以拨打传呼机号码使我的车载电脑启动、上网、开始聊天。这也就意味着，我可以登录计算机，并开始控制车上的机器。

电动车窗改造

我决定把我的旧纳什车升级为电动车窗。我把网上买的整套工具安装到车上，花了好半天时间，但是它的电气结构十分简单。它就是一个连有两根电线的电动机。如果你给其中一根电线加上12V电压，另一根电线接地，车窗就自动升起。将两端电压反接，车窗就自动降下。如果你只是想手动操作车窗的话，那么用随附工具一同送来的摇杆开关就可以实现。但是，想要实现计算机控制车窗上下，就需要更复杂的继电器装置了。从图中可以

看到，两个连接在12V与地面之间的继电器控制车窗上升，另外两个连接在地面与12V之间的继电器控制车窗下降。

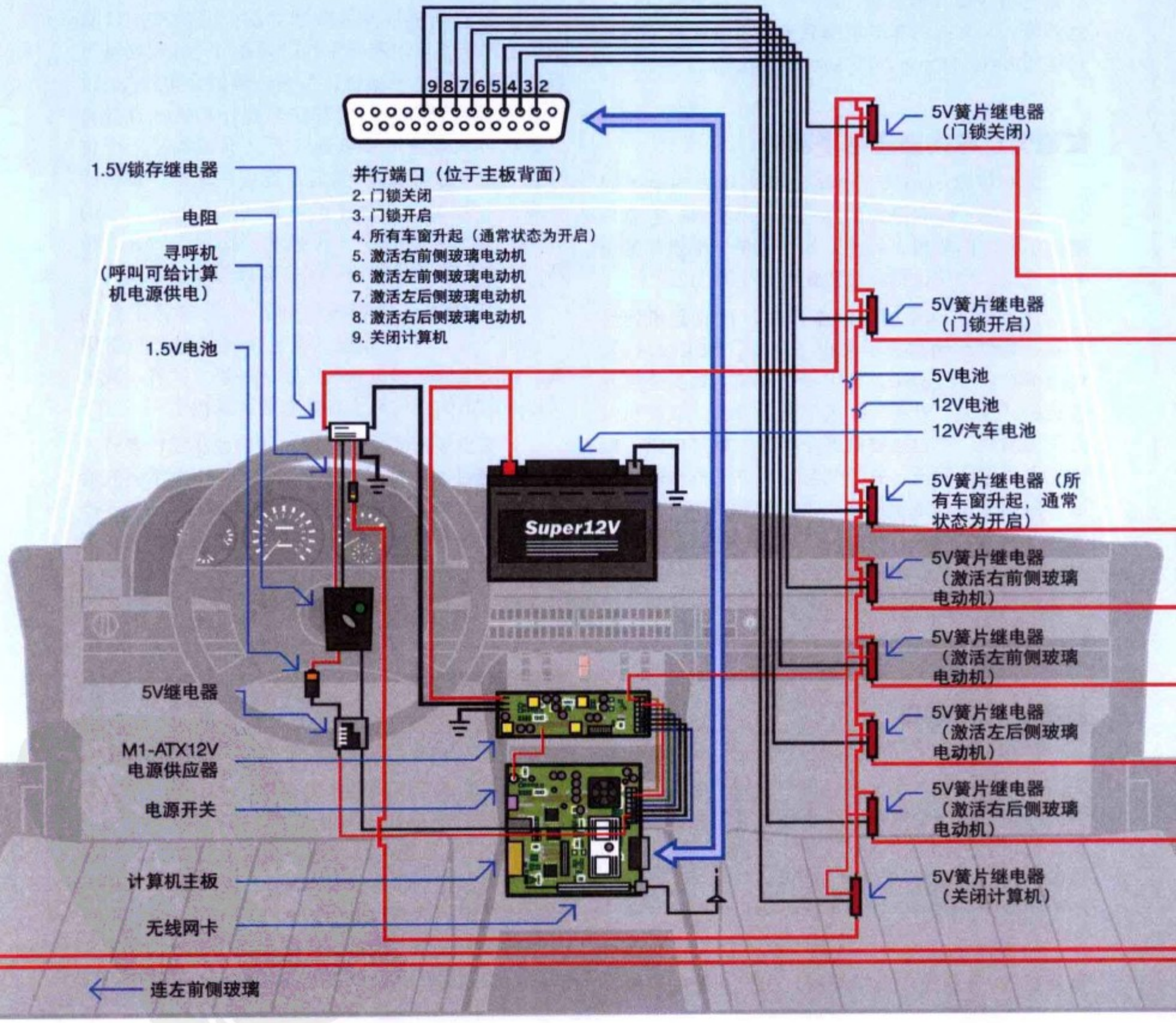
我的朋友为车窗升降系统开发了一个屏幕操作界面，我在ontrak.net上买了一块ADR2010开发板。在使用开发板时，控制端口开关的指令语言很简单，应用在这里十分理想。

通过操作仪表盘触摸屏，我可以控制ADR2010，触发连接在并行端口上的继电器，进而实现车窗继电器的开关动作。

电动车锁改造

为了通过电脑来开启车锁，我首先要弄清楚凯领汽车的车锁开关是怎样工作的。我把右侧车门板卸下来后，取出车锁开关，然后用欧姆表分别测量断开、上升、下降三个位置。接着我就发现，在通常状态下，欧姆表读数都是20kΩ。但是，当我“开启”车锁的时候，读数降至2kΩ；当我“锁上”车锁的时候，读数是4kΩ。

我用电压表分别测量了与开关相连的两根电线的对地电压。其中电压表的其中一端连接着汽



车的地，另一端分别测量电压（因为我的欧姆表两根表笔是尖的，所以我只要把笔尖插入电线中就可以测量电压了）。

结果显示，两根电线的计数都接近0V。接着，我顺着两根电线通过车门进入车体。其中一根电线是紫色和绿色相间的，连进了乘客搁脚的地方。我使用鳄鱼夹和表笔尖，将紫色和绿色相间的电线连到了2kΩ电阻上，然后接地。你听，车锁传出了令人愉悦的“开启”声，回响在我的小货车里。

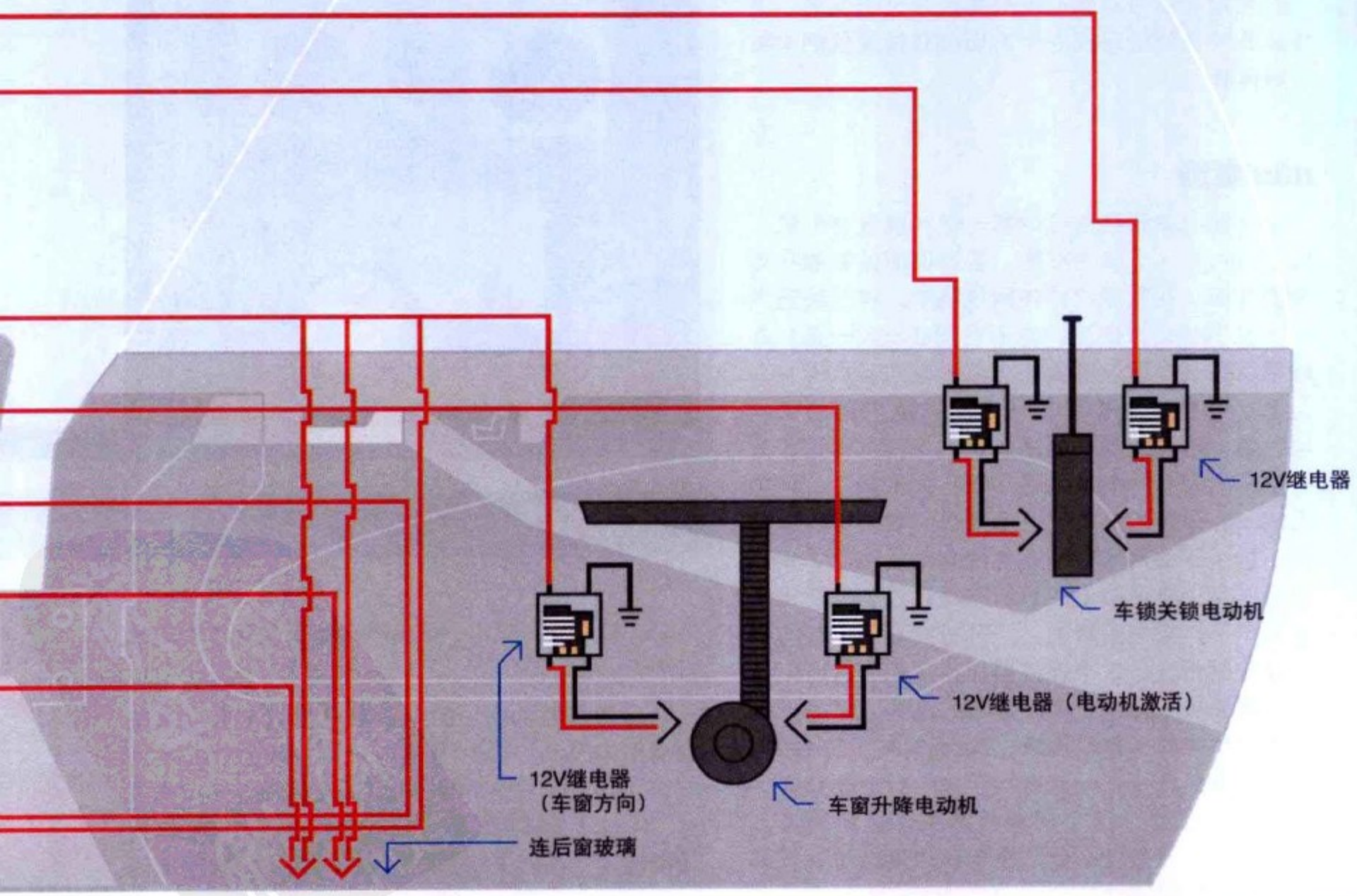
就这样，我发现车锁开关的开启其实就相当于将一个电阻临时接上去而已，那么我就放心了。于是，我将一个简单的簧片继电器连接到并行端口引脚上。

如今，我要是把自己锁在了车外面，我就可以打电话给朋友或者亲戚，他们可以登录我的汽车，然后帮我“开启”车锁。

发明家多米安·斯托拉日花了他生命一半以上的时间研究如何使不同类型的计算机彼此交流，他的书《汽车电脑黑客（Car PC Hacks）》最近由奥莱理公司出版。

改装汽车的神经系统

作者多米安·斯托拉日给他的每辆汽车都装上了一台电脑和一个无线网站。电脑型号为CarBot PC，是由他所在的公司（carbotpc.com）生产的。同时，他还给车载电脑加装了一台寻呼机，这样他就可以通过任何一台电话机去启动这一系统，每次可持续两小时（这是为了防止汽车电池长期损耗）。他还为系统增加了使用计算机并行端口来控制的继电器系统，如下图所示。这样，他就可以远程控制车窗升降、车锁开关，在车载电脑上自如地播放MP3、视频文件，并阅读在家中收取的电子邮件。



破解

打造“苹果-大众”汽车

当大众汽车遇到Mac mini：听听一位专业人士是怎样做的。

菲利普·托罗内

马特·特纳是一名汽车电子业的专业制造与安装者。他在业界工作了12年，打造了无数辆备受赞誉的展出车辆。他的最新作品是一辆装有苹果公司Mac mini的2001年款大众高尔夫汽车，这为所有期望一边驾驶一边体验苹果的司机带来了希望。

在Mac mini发布以后，特纳针对它的尺寸特征，花了两个星期的时间去研究怎样把其安装到他的汽车上。他仔细规划并检查了他的大众高尔夫车，并挑选了一大堆商店可买到的现成零件来进行安装。这样，驾驶员就能够在各个方面都获得最佳的车载电脑体验。

mini电源

车载电脑系统面临的第一个挑战就是电源。Mac mini有一个新的难题，它的电源按键放在外壳的背面。在家里这样使用很顺手，但是装到汽车上就不那么方便了。你不可能让mini一直处在睡眠状态（虽然这确实能为汽车电池省点电）。为此，特纳首先构思了一个带有继电器的二次电池组，不过用特纳的话来说，“我觉得这跟苹果电脑的固有的简约风格好像不太相符”。特纳把mini拆开后，发现了一个简单的双导线瞬时开关，这个开关用来控制硬件的启动。由此，重新布局（至少是电路上的重新布局）过程就变得十分简单了。特纳解释说：“开机按键的电线与一个连接器相连，这个连接器插在主板上。所以，我只需要拔下插头，剪断原来的电线，然后把魔声线材公司的一根双通道、3m长的RCA信号线跟剪断的电线焊接在一起就行了。”打一个钻孔，按钮移个位置，这个问题就解决了。特纳说：“在车上，没有什么比这个更让人期待了。发动汽车，摁一下开机键，接着就传出苹果标志性的开机声音。”



摄影：马特·特纳

起初，特纳使用的电源装置是汽车电气系统的输出电源（12~14V直流电）转换成的110V交流电，再经过Mac mini的电源适配器降为18V直流电。不过，他使用的魔声线材变换器有时会切换到保护模式，中断了Mac电脑的正常供电。这个电源

“苹果－大众”汽车采购清单

- Mac mini，1.42GHz，512MB内存，超级驱动器
- 蓝牙（Bluetooth），无线网络接口
- Xenarc 700TSV型号7英寸USB接口VGA触摸屏显示器，双通道复合成像视频输入
- Cirque Easy Cat USB接口触控板
- Griffin PowerMate USB接口控制旋钮
- LaCie八合一USB读卡器
- Belkin七端口USB集线器
- Belkin四端口总线供电USB集线器
- Belkin FireWire六端口迷你集线器
- Alpine PXA-H701多媒体管理器，带RUX-C701控制器
- Monster Cable MCP1300功率300W电源转换器
- USB母口
- 以太网与火线接口
- 40G iPod底座，Griffin RadioShark USB接口调幅调频调谐器

装置没有点火控制的开关机功能，而且在加油、临时停车等情况下无法为电脑和变换器继续供电。这些问题的最终解决要依靠一款专为Mac mini设计的新型硬件：CarNetix公司的CNX-P1900（90美元，carnetix.com）。

这款双输出、功率为140W的直流－直流功率调节器替换了Mac自带的电源模块。它允许7.5~18V的直流输入，能够实现点火检测并接受脉冲触发输入。它的其中一路输出是稳定的18.5V电压，另一路输入5V或12V电压，用于给USB接口或显示器供电。它还拥有一个12V延时放大器为配件的启动线路供电，以及一个用来触发Mac mini电源键的脉冲地信号输出，用来控制电脑的休眠、唤醒和开机。它能够适应的输入电压范围很广，即使汽车电池电压在发动机启动时降到7.5V，P1900也不会因此而降低输出电压质量。

就在特纳进行改装工作的时候，制造商也在抓住机遇，力争填补车载Mac电脑供电系统的空白。特纳说：“我装在自己这辆大众车上的系统，是前期制作的一个试验模型，使用高尔夫车来进行环境测试。”生产模型已经面世，Mac mini专用的即插即用连接装置也已在2005年8月上市。

放入箱中

一开始，特纳想要把mini安装在仪表盘里，不过，即使去掉所有的连接器，也放不下mini，有6.5英寸到10.5英寸以上的宽度都露在外面。那么只能换个思路了，要么改造车里气流控制系统或管道系统的铺设，要么就重新找个地方来放置mini，比如说仪表盘附近的手套箱。特纳说：“我还是希望Mac mini看起来像是汽车本身自带，把它简单地安装在手套箱里或者箱门上都不是我想要的，我想大众汽车公司也是不会这样做的。相反，我选择了改变手套箱的内部空间，使它更适宜安装Mac。”

随后，特纳将全部线路按照汽车本身的走线来排布，将电线沿着工厂线束的位置系起来，然后接入电脑上。Mac mini正面朝下滑入安装座，这样就可以在需要搬运电脑的时候方便地碰到它的背面。

改造仪表盘

在安装mini过程中，最重要的一点就是嵌入仪表盘中的液晶显示器，它能够控制所有的操作。特纳补充说：“如果你试着把一个大块头部件安装到小地方（比如说这个7英寸大小的显示器）的时候，首先要做的事情就是拆开它，然后尽可能多地去掉多余的东西。对于Xenarc显示器来说，这就意味着要打开壳体，拆掉内置扬声器，调整电源线的走向，取出并移动遥控器红外接收器的位置，并且拆掉整个面板前部，包括上面的按键（现在所有的功能都可以通过遥控来实现）。这样，上面就会露出一个平整的表面，同时也使显示器的尺寸大为减少。”

为了做出铝板，特纳首先做了一个丙烯酸树脂的模型，并用这个模型来充当制作铝制面板时的切割模板。特纳强调说：“我车上所有的铝制部件都是使用这种方法来做出来的，不管是iPod、触控板、端口还是闪亮的阅读面板，甚至还有增压表旁边的金属圆环。我先用多块模具来做成一个完整的、整片的树脂模具，然后再用这个树脂模具来切割铝制部件。然后，我用同样的方式给它们逐一手工打磨、抛光并涂刷。”

破解

随后，特纳便在一件铝制品的内侧斜面进行打磨。开始他用的是80目的砂纸，然后开始使用120、180、220、280、320、400、600和1000目的砂纸逐一打磨，使表面变得光亮。接着，他使用一种带有抛光头的气动刻磨机和一小块蓝宝石抛光剂来抛光铝制斜面，进行表面的镜面精加工。

“在车上，没有什么比这个更让人期待了。发动汽车，按下开机键，接着就传出苹果标志性的开机声音。”

控制：摩擦、滚动、按压

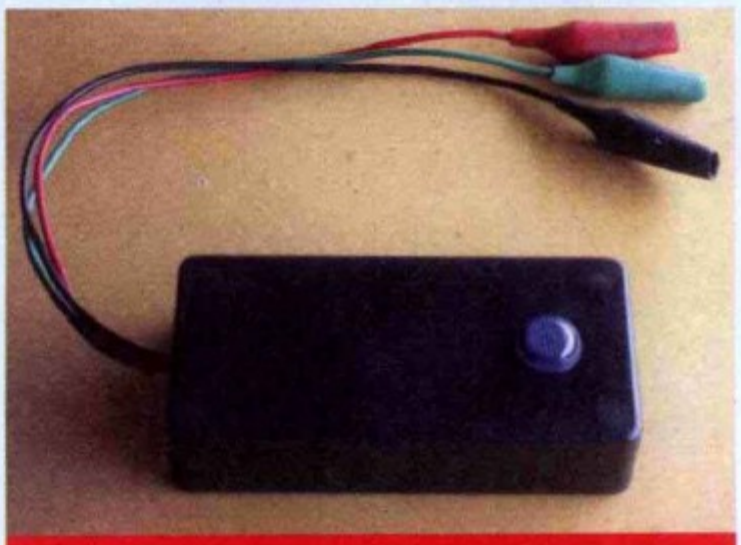
触摸屏并不是用户界面上最主要的操作方式。事实上，驾驶员或乘客可以通过三种方式来操作mini。第一种当然是触摸屏。不过，特纳评论说：“触摸屏没有办法控制操作系统，也不应该由它来控制。”Griffin PowerMate USB控制旋钮和Cirque Easy Cat USB轨迹板能够实现大多数的控制功能。

特纳下一步想做什么呢？他对能够规划路线的全球卫星定位系统（GPS）很感兴趣，还希望把二代车载诊断系统（OBD II）界面集成到Mac上，从而显示发动机转速、时间安排和车速。特纳说，当这一切得到实现的时候，“我的梦想才完整”。

菲利普·托罗内是《爱上制作》英文版副主编。

2

线路检测工具



自己制作一个四合一汽车线路诊断工具。

戴夫·马修斯

当你面对汽车里的12V布线系统时，有些特殊的小工具将会有助于你完成工作，Uber Tester就是这样一种四合一小工具。有了它，你就可以在不用打开汽车盖板的情况下，对遇到的大多数线路问题进行诊断检测。另外，它有两种通知方式（蜂鸣与灯光）。即使你开着音响或者弯着身子在仪表盘下面工作时，你也可以接收到指示提醒。

摄影：戴夫·马修斯

只需要三根线，这台9V电压供电的手持设备就可以测试出以下情形：

1. 直流电压极性：正极或负极
2. 扬声器极性："爆破测试"
3. 导通性：线路回馈
4. 有无电压：熔断器测试装置，恒定功率或点火开关功率

如果你想要正确安装一个12V的配件或者是音响装置，这样的工具是不可少的。因为在安装前你需要了解扬声器的正确极性、开关电源以及时钟和预置内存电压。当今的汽车上，各种电线颜色相近，排布密密麻麻，想要顺着线路去查看几乎是不可能的。这个小工具能够帮助你在众多布线中准确地找到有问题的那根针。

准备

材料

[A] 设备外盒，3英寸×2英寸×1英寸
（RadioShack公司，商品号270-1801）

[B] 12V嵌入式高亮灯泡：蓝
（RadioShack公司，商品号272-335）

[C] 12V微型直流电子蜂鸣器
（RadioShack公司，商品号273-055）

[D] 1英寸带鳄鱼弹簧夹的导线或跨接电缆束
（RadioShack公司，商品号278-001）

[E] 线卷、束线管或绝缘胶带

[F] 棉花球（用来防止设备内部晃动）

[G] 9V电池座
（RadioShack公司，商品号270-325）

[H] 9V电池

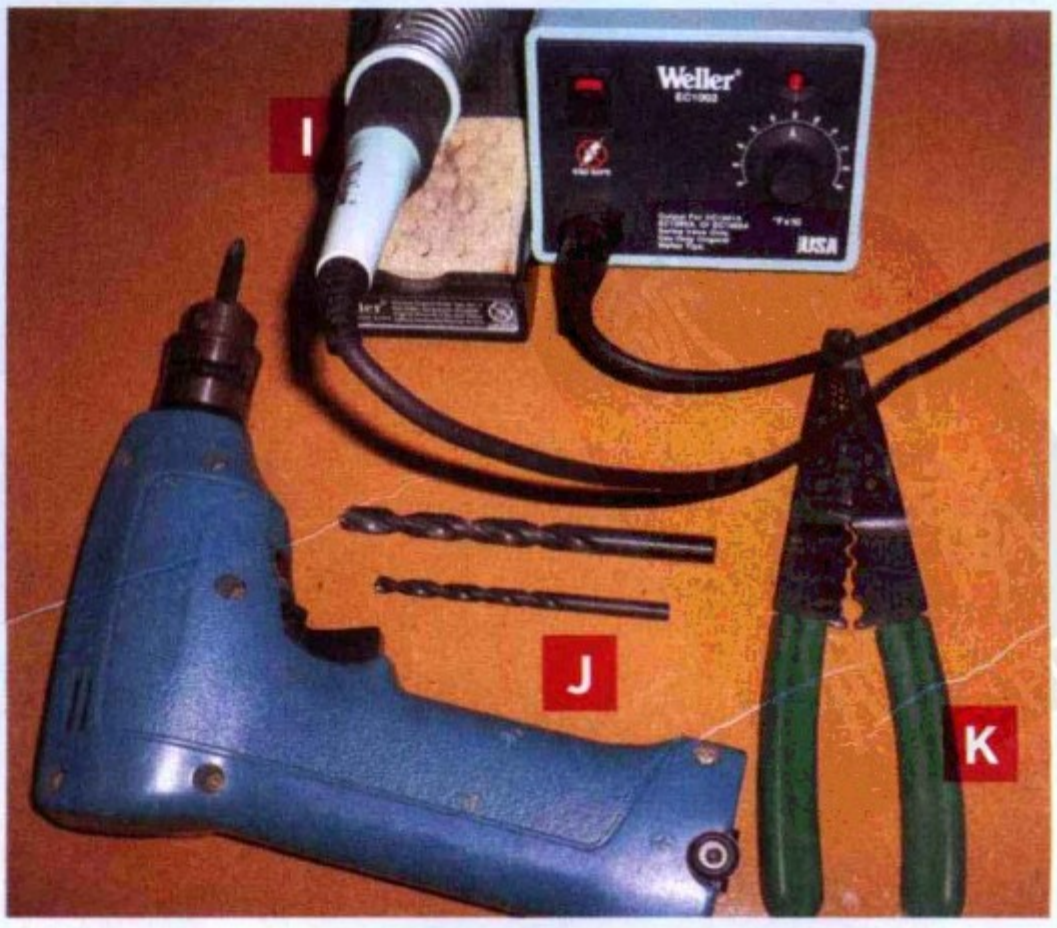
工具

[I] 电烙铁和焊料

[J] 带有大小刀头的电钻

[K] 剪线钳





ÜBER TESTER

开始制作 >>

时间：2~3小时　　难易度：容易

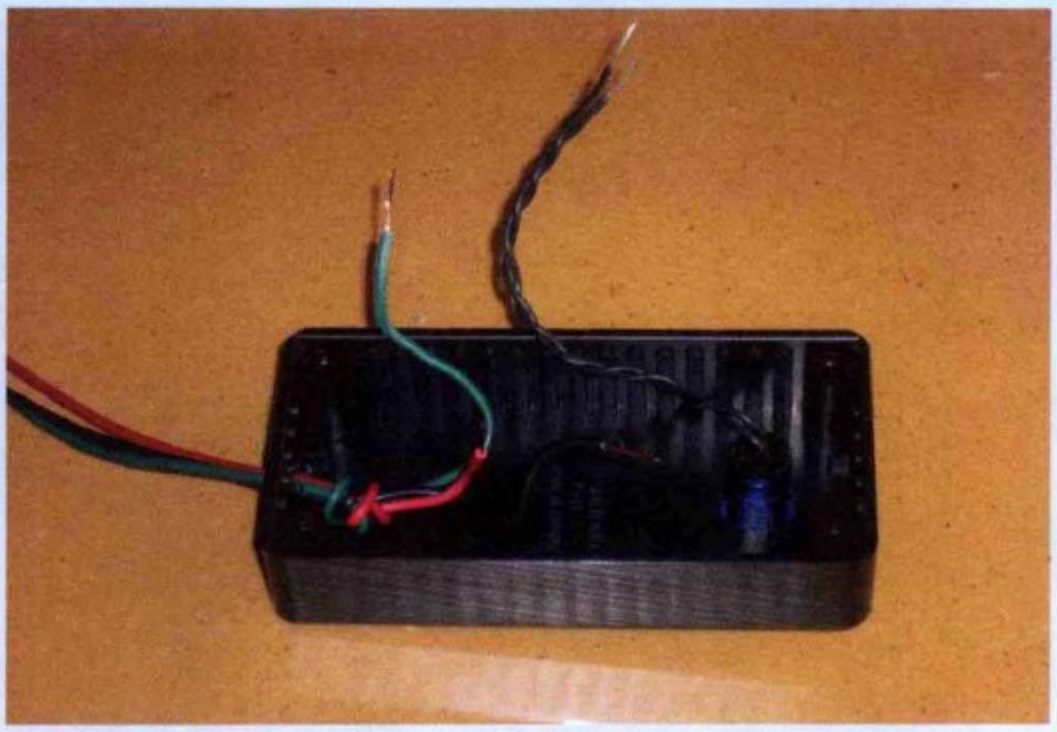
1. 用电钻钻孔，安装灯泡

首先，在外盒底盘（而不是可开合的盖子上）钻一个¼英寸的小孔，用来安装灯泡。然后，在侧面钻一个三根导线可恰好穿过的小孔。剥掉灯泡导线上¾英寸宽的绝缘层，并将灯泡插在孔里。



2. 铺设导线

将红、绿、黑三根导线其中一端的鳄鱼夹剪掉，并将其插入盒中，另一端留在盒外。为防止导线束从孔中滑出，可将导线打一个结。在盒内留2英寸长的导线，并剥掉最外侧的绝缘层。



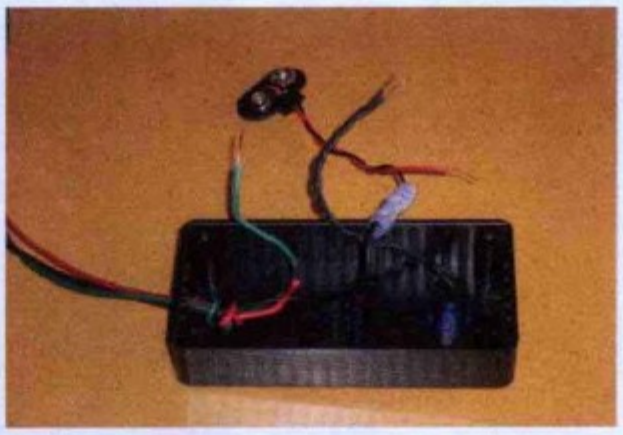
3. 连接导线

将9V电池座上的黑色导线与带鳄鱼夹的黑色导线相连。

将9V电池座上的红色导线与带鳄鱼夹的红色导线、蜂鸣器的红色导线以及灯泡的其中一根导线相连。

将蜂鸣器的黑色导线、带鳄鱼夹的绿色导线和灯泡的另一根导线相连。

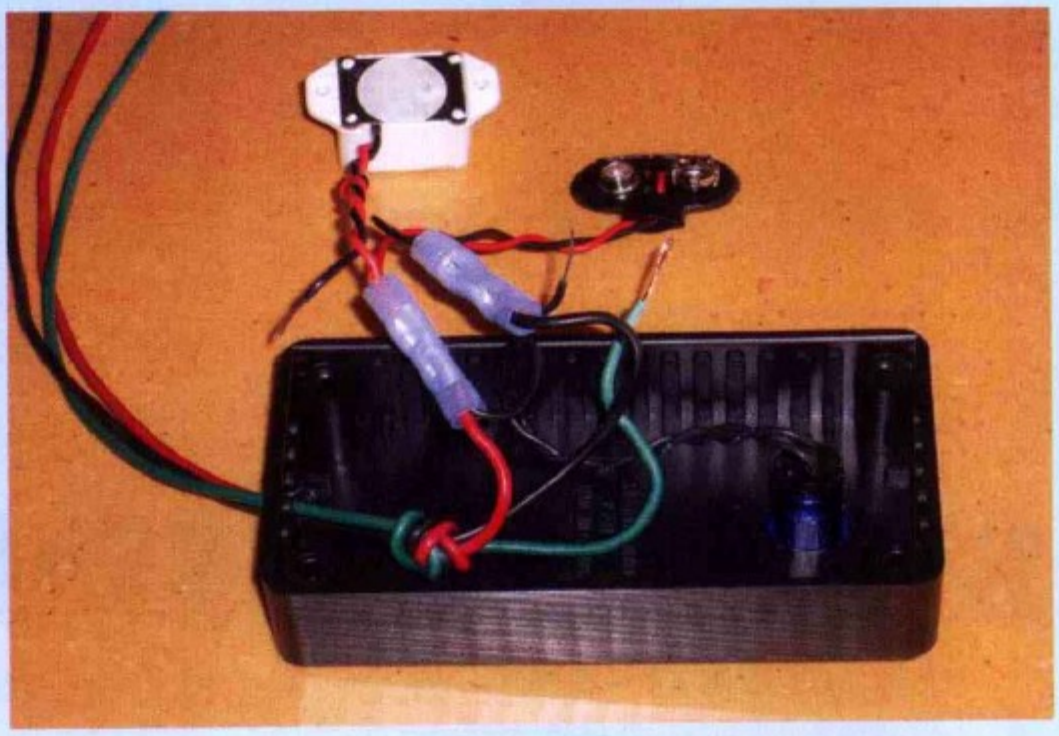
检查线路连接。特别要注意带鳄鱼夹的几根导线，其中红色导线与三根导线相连，绿色导线与两根导线相连，黑色导线与一根导线相连。





4. 测试

装上9V电池，将黑色导线和绿色导线的鳄鱼夹连接到一起，你应该会听到一声蜂鸣器警报，并看到灯泡点亮。将红色导线与正12V（或较低的电压）相连，将黑色导线接地，你应该会听到一声蜂鸣器警报，并看到灯泡点亮。假如出现以上现象，那就表明你的线路连接是正确的。



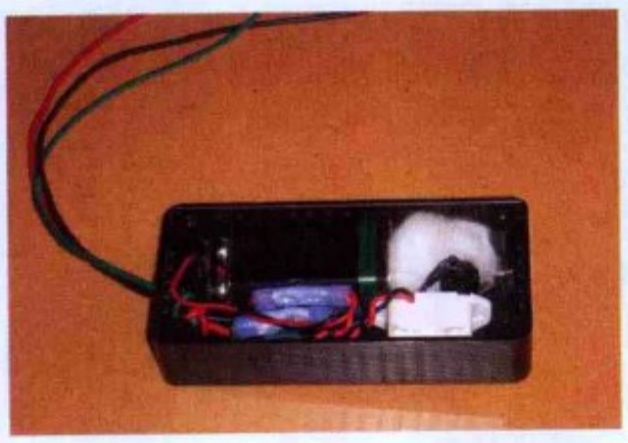
5. 固定线路接头

现在，应该把鳄鱼夹内的跨接导线焊接固定。当你晃动盒子的时候，鳄鱼夹通常无法为导线提供可靠的连接。剥除导线的绝缘保护层，将导线固定在一块纸板上，然后将连接点处焊接起来。



6. 完成

现在可以将蜂鸣器、电池和电线放入盒子中。在空余的地方塞进棉花球，以防盒子在晃动时发出声响。



不使用时，使用金属绝缘罩来确保红色导线与黑色、绿色导线相互隔开，以防电池因短路而失效。如果不经常使用，电池的使用周期可以达到几年。

12VUber Tester线路检测使用指南

红/黑：9V输出与扬声器极性测试

黑/绿：导通测试

绿/红：电压测试（恒定电压或脉冲电压）

记住以上指南，或者打印一份放在盒内。



戴夫·马修斯，20世纪80年代便开始给自己的单座赛车安装车载音响，从市场上买回音响后，他就一直改装个不停。本文所述的作品完成于1993年，关于他目前正在进行的技术的更多新闻报道和视频资料可参阅davemathews.com。

3

STOMPBOX移动热点

把你的汽车变成一个Wi-Fi热点，然后使用GPS和网络摄像头在线输入你所在的位置，这样就能自动生成旅行记录照片。

陶尔·阿蒙森

当Verizon公司发布了新的宽带接入服务之后，我马上尝试了一下，该服务每月收费80美元，在许多城市中真的能达到与DSL（Digital Subscriber Line：数字用户线路，是通过铜线或者本地电话网提供数字连接的一种技术——译者注）类似的速度吗？答案是肯定的。

在我订了这项服务之后，随即购买了5220 PCMCIA卡（简称PC卡，被笔记本电脑广泛用作存储媒体——译者注）。虽然能用，但是信号特别弱，让我不得不经常来调整电脑的位置。而且它同时只能被一台电脑所使用，如果我想让多台电脑共用或者与我的朋友共享这种链接方式应该怎么办呢？我眉头一皱计上心来：我可以用这张卡充当一个接入点，然后连接到我的汽车上，车上的天线肯定就足够用了。制作过程中我采用了StompBox，这个小盒子可以帮我把私有网络带到任何我想去的地方。

概述

从技术上讲，StompBox其实就是一个蜂窝路由器，和其他的路由器一样，它的作用就是在多个接口之间进行数据传送，我的项目中有两个接口：Verizon的宽带接口和Wi-Fi接口。

我决定把StompBox接到嵌入式硬件上而不是笔记本电脑或台式机上，这样可以让其更为便宜、小巧和可靠，同时可以在汽车上实现“热插拔”；平台方面我选择了Pebble Linux（纽约无线公司提供的Debian套件）；硬件方面我采用了Soekris 4521（一台紧凑型的嵌入式电脑，可以在12V的电压下工作，供多个用户同时使用）；整个项目所需的软件就是Pebble Linux、驱动和代码；存储介质则采用了128M的CF卡，功能和硬盘类似，但要比普通硬盘更为抗震抗摔。

Wi-Fi的接口非常简单，Linux驱动程序HostAP可以从任何一个拥有Prism2芯片组的802.11网卡上获得接入点，你只需要配置所需的SSID和WEP密码就可以了。

至于Verizon的接口，无线网络鼻祖菲尔·卡恩曾经写过一个如何在Linux 下使用5220卡的指南。他的解决办法是把5220卡当成一个USB调制解调器，然后用正确的Hayes AT命令来通过拨号的方式连接Verizon的网络。

根据这一指南，你就可以通过一个USB卡、一台GPS、一个网络摄像头和其他设备来扩展接入点的功能了。我将一台GPS与其连接起来，然后利用黑客手段依托Google地图制作了一个可以自动更新的网页（主机部署在我家里的网络上，以防出现网络堵塞的情况）来跟踪我的汽车的行进路线，同时通过Google的卫星来显示实时的位置照片。不幸的是，Google于2004年5月改变了测试版的API，这直接造成许多破解代码失效，让大部分先进的Google地图破解方法没了用武之地。2005年6月底，Google地图API测试版正式发布，所以一些以前的地图破解方法还能继续使用，而新的方法则需要在更加稳定的环境下进行编写。同时，StompBox的网页上也给出了一些利用车窗外的网络摄像头拍摄的照片。

准备

硬件

Soekris net 4521紧凑型的嵌入式电脑（含机箱）：可以从soekris.com上购得

» Verizon公司的5220 EVDO/1xRTT网卡
» 尾纤适配器（用来连接Orinoco无线接入点、母型射频连接器和安装面板）
» 天线适配器电缆：用来连接公型射频连接器和射频同轴连接器
» CDMA天线（800/1900MHz双频）
以上用于搭建蜂窝网络

» Senao 2511迷你PCI 802.11网卡（或任何搭载有Prism2芯片组的网卡）
» 尾纤适配器（用来连接Hirose板端连接器、母型射频连接器和安装面板）的Wi-Fi天线（2400MHz频段）
以上用于搭建Wi-Fi网络

128MB的CF卡

一个旧鼠标垫，或厚度低于¼英寸的泡沫板（用于保护CF卡）
依靠车动力的M型（5.5mm）串行电缆插头

» 带有USB或串行端口的标准NMEA输出端的GPS。如果是串行端口的，需安装一个适配器将USB端口转换成串行端口，最好使用Prolific PL-2303芯片。
» 含有2个端口的 USB PCMCIA卡，尺寸要能够放进路由器之中
以上用于提升GPS性能

D-Link的DCS-900W无线网络摄像头

12～6VDC的电源变压器
以上用于提升网络摄像头的性能

12V的电池电源（可选）
（我使用了一个Xantrex 的P400电池）

12V的汽车电源双插座器（可选）
在发动机没有运行之前卸下车载电瓶（用来增强功率）

软件

StompBox .IMG文件
将现有的“磁盘映像”拷到CF卡上：可以登录makezine.com/03/stompbox进行下载

Debian2.4.26套件（可选）
注：如果你想要编译额外的代码，这款套件是非常有必要的

工具

十字螺丝刀

小型和大型钳子

钻床（首选）或钻

分节钻头（用来在箱子上钻天线孔）

Dremel电动打磨机工具（用来在USB卡上切口）

一台安装有终端仿真器的电脑主机，一个9针串行端口（或一个将USB端口转换为串行端口的适配器，之前GPS介绍中已提及过）
在这篇文章里所描述的安装过程中，我使用的是Linux和Macintosh操作系统。你可能会使用Windows操作系统，我并没有在Windows下进行测试。

CF卡读写器
（设置用）

12V的电源（深循环电池、实验室工作台电源、墙电或车载电池），1.5A或更高，5.5mm的“M”型插座
（测试用）

分节钻头

外形类似于圣诞树，可以让操作者不必更换钻头而在金属薄板上钻出内径更大的圆孔。具体的内径尺寸标注在分节器内部，所以在钻的时候很容易对圆孔的大小进行把握。当需要在金属板和其它面板上钻孔用来安装新端口时，可以选择这种并不昂贵的钻头，它的安全系数比普通钻头还要高。



制作

开始制作 >> **时间：两个周末** **难易程序：对于Linux极客来说比较简单**

1. 配置CF卡

StompBox软件安装在CF卡上，是我在makezine.com/03/stompbox上下载的一个现成的镜像。软件全部都是开源的，很容易就能获得。它的具体配置在本文中不做赘述，如果你想从头进行配置，对系统进行精确控制的话，可以在网页moro.fbrtech.com/~tora/EVDO/cfimg.html上获得更多信息。

1a．把文件后缀为.IMG的StompBox镜像文件下载到你的电脑上，然后把准备好的CF卡插进读卡器中。卡里有没有存储东西并不重要，因为接下来我们要把镜像文件重新放进去了。

Linux系统：如果CF卡是空的，系统会尝试进行自动安装；如果不是空的，请使用写卸载命令对驱动器进行卸载。

Mac OS X系统：如果CF卡是空的，你看到一个“无法读取”的对话框，点击“忽略”，否则它会自动安装在桌面上。运行磁盘工具分出一个“自由空间”磁盘区，然后再继续安装。如果系统“忽略”了驱动器，你就可以继续了。

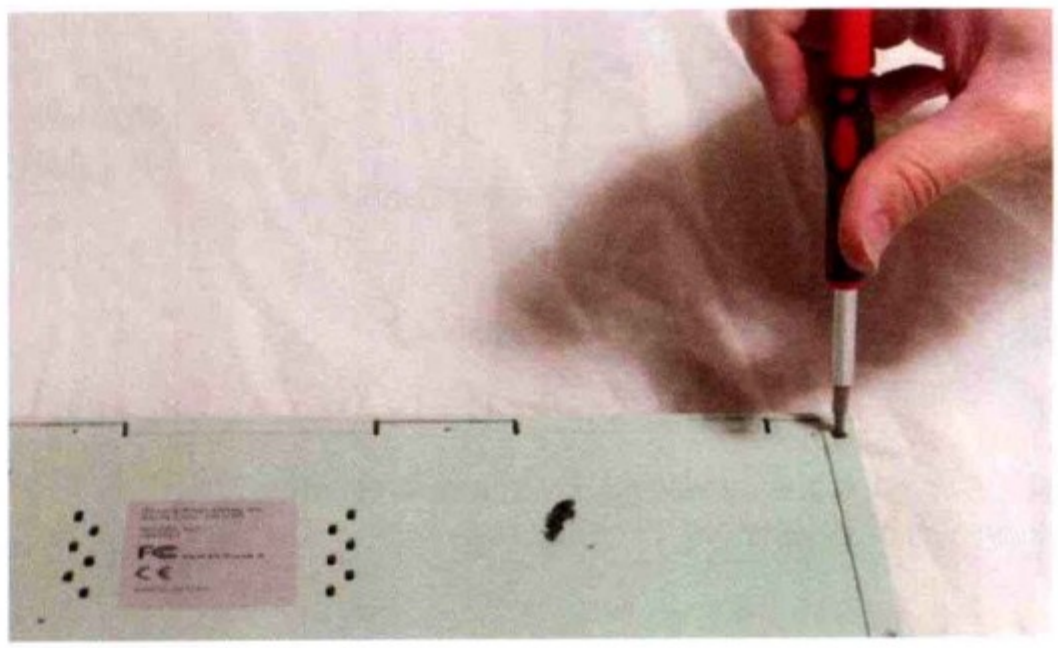
1b．在你的系统中找到CF卡所在的物理位置。在我的PowerBook上通常是/dev/disk2，但具体情况会因为不同的系统而有所差异。警告：一定要确保CF卡的正确位置，然后再继续操作，否则可能会损害到其他硬盘驱动器！

1c．打开一个终端窗口（Mac下的地址为应用程序/实用工具/终端），然后通过标准的Linux命令（如下）将镜像拷到CF卡上：dd if =/files/stompbox.img of=/dev/disk2 bs=8192，更改输入文件（IF）和输出文件（OF）的参数来适用自己的系统。拷贝的时间在6分钟左右，期间读卡器的灯会不停地闪烁，如果不闪了，即可卸下驱动器。

2. 组装硬件

2a．卸下Soekris net4521 机箱底部的四颗螺丝，然后把盖子拆下。

2b．卸下主板上的6颗螺丝和串行端口插座上的两颗螺丝。把主板从机箱底部拆下，取出之后放到安全的地方。



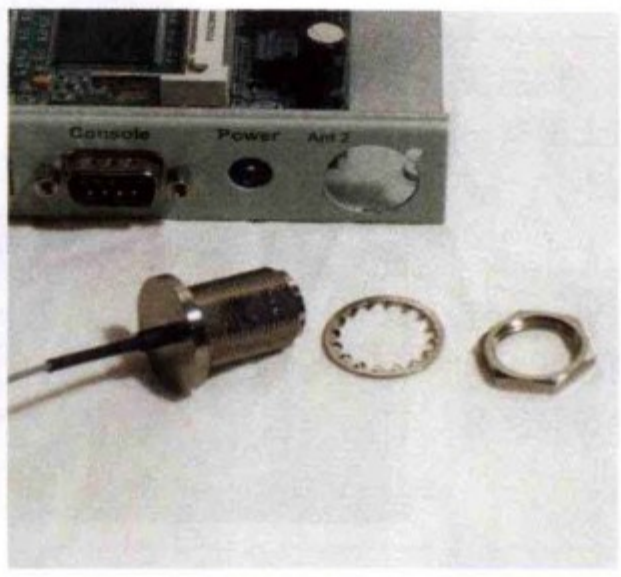
摄影：陶尔·阿蒙森

2c．把尾纤适配器的母型插头穿过机箱上已有的天线孔，用铅笔记下具体的位置。然后用电钻和分节钻头在上面钻出足以容纳插头的孔，之后把毛刺清理干净。



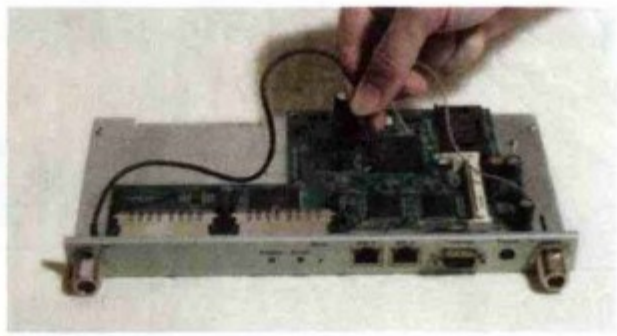
在机箱上钻出天线孔，用来接入尾纤适配器。

2d．将Wi-Fi接头安装在机箱右侧（靠近电源插口）的天线孔中。这个接头上的电缆将会与微型板端连接器相连接，通过机箱孔插入母型射频连接器，把锁紧垫圈留在外面，然后加上螺母并将其拧紧。这个过程需要使用两把钳子：一把用来固定母型插口，另一把用来拧螺母。注意不要拧得太紧了。





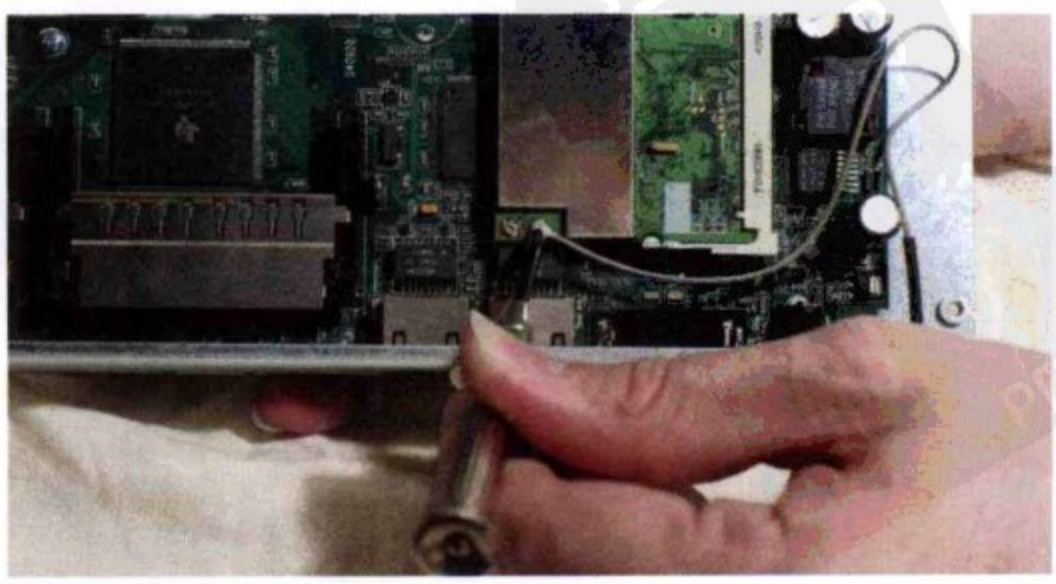
2e．重复2d步骤，这次在机箱左侧安装5220尾纤适配器。安装完成后，两个母型插口会被固定在机箱两侧，右侧为802.11b，左侧为5220。



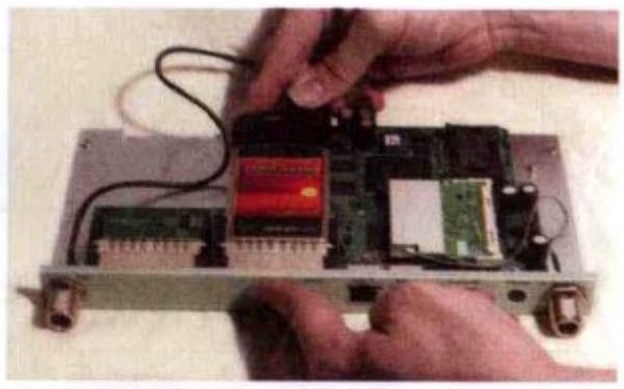
2f．将Mini PCI卡插入到Soekris（Senao 2511）主板上。调整其接入连接器的角度，让其能够安装到位。



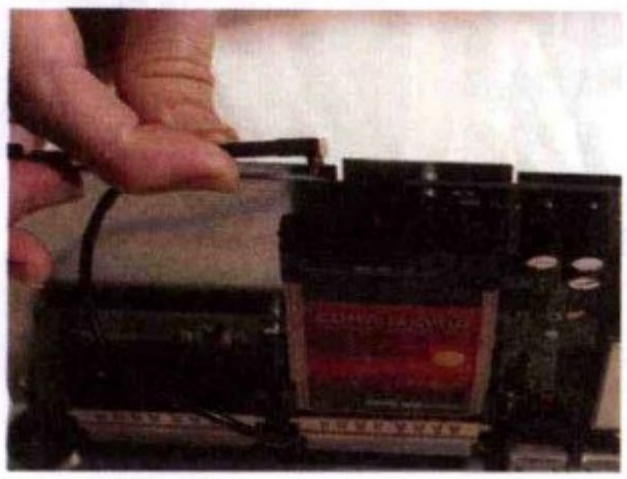
2g．在Mini PCI卡插槽最近的位置将Wi-Fi天线的板端连接器连接到天线端口上。这些连接器安装起来比较麻烦，你需要用一把小螺丝刀或金属棒轻轻地把它卡进插座之中。注意：这些连接器并不结实。



2h. 把5220卡插入Soekris的PC卡O型插槽中（位于右侧，靠近mini-PCI卡插槽），它应该能在平行主板的方向顺利滑动。



2i. 检查5220卡的端点。你应该能看到连接器插座，如果它上面有一个小塑料帽，要将塑料帽取下。



2j. 将CDMA天线头的Orinoco连接器与卡头相连接，位置要略低于折叠式天线，用指头就应该能将其安装到位。

2k. 将USB PC卡插入到PC卡I型插槽中（另一个插槽，距离mini-PCI卡插槽较远），用来安装GPS。



2l. 把CF卡插入主机的CF卡槽中，然后把机箱上的减震螺丝拧上。





2m. 用Dremel电动打磨机在机箱顶部开两个孔。位置在每个USB卡接口以上，大小能够通过USB线。

2n. 切一小块泡沫塑料，放进机箱内部PC卡能够碰到的地方。可以在机箱封闭之后，把PC卡固定在某个位置上，防止出现松动的情况。



2o. 对机箱进行重新安装。需要检查各个细节，然后把底部的四颗螺丝拧紧。



3. 配置平台

在Soekris机器上，BIOS的默认速度为19 200bit/s（类似于计数内存，可以进行自测试，能够处理计算机级别的通信方式），而更高级别的Linux操作系统的速度通常为9 600bit/s。在最初启动的时候，我们需要将Soekris的BIOS默认速度设定为9 600bit/s，这样可以让我们的主机与终端仿真器保持一个相同的运行速度，同时可以对BIOS和操作系统进行配置。

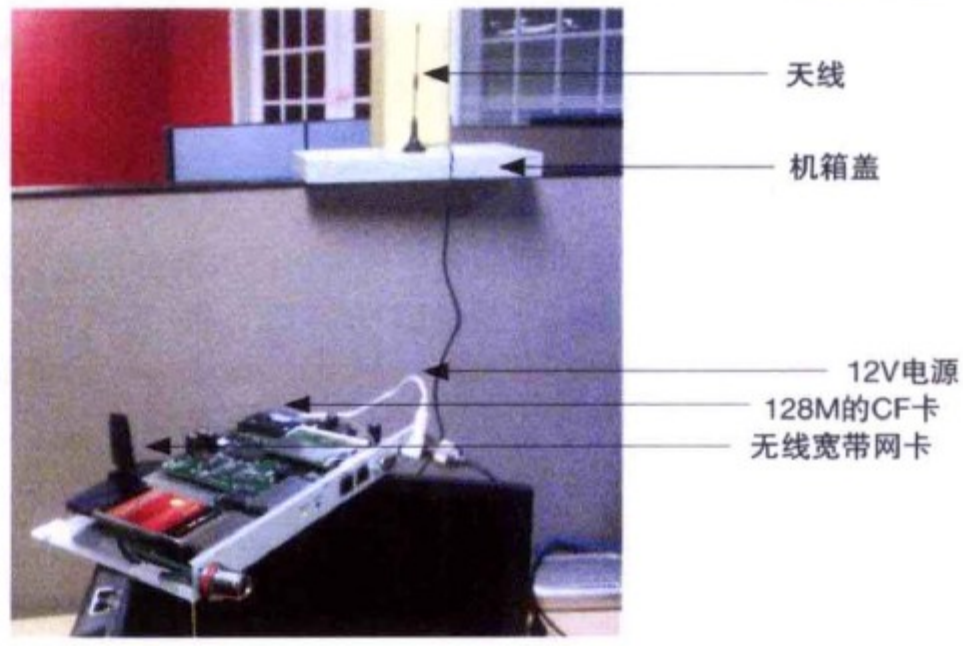
3a. 将Soekris的电源线插到12VDC的电源上，注意使用M型（5.5mm）插头。

3b. 如果有必要的话，用串行电缆和USB串行适配器把主机与Soekris连接起来。

3c. 在主机上运行终端程序，将传输速率设定在19 200 8-N-1（19 200 bit/s，8数位，无校验，1终止位）。我所使用的程序是ZTerm。

3d. 插上Soekris，打开BIOS界面。在对内存进行扫描时，迅速按下CTRL+P来进入BIOS设置界面，你应该会看到如下界面：comBIOS Monitor. Press ? for help.现在，按照以下命令对默认速度进行设定：set conspeed = 9600

3e. 输入“Reboot”重启系统。你首先会看到BIOS启动，然后是操作系统，整个过程大概需要两分钟。如果你的系统没有启动成功，可能是由于CF卡内的文件写入不正确或与Soekris不兼容造成的（这种情况不常见，但偶尔会发生）。此外电源电压低或硬件故障也有可能会引起这种情况。



3f. 此时，你应该会看到如下提示：Debian GNU/Linux 3.0 pebble ttyS0 pebble login: 接着以root身份登录，密码为空（点击“返回”即可），此时你可以为自己来设定一个更好的登录密码。

4. 配置路由器

4a. 如果你还没有创建一个动态的DNS账户，从你的主机或其他电脑上登录dyndns.org，然后根据提示设立一个DynDNS服务帐户。

4b. 在Soekris上输入如下路由器配置脚本并运行：

/usr/local/bin/initial-configuration

回答所有的问题，以上脚本将会对系统进行配置。这时需要你提供DynDNS账户信息和5220卡用到的Verizon手机号码。同时，准备好相关的用户名、密码和无线、有线网络的客户端（比如：192.168.1.0和192.168.2.0），几分钟之后将会生成一个新的SSH密匙。当脚本运行完毕之后，会提示你重启系统：遵照执行，然后拔掉Soekris。重启之后就可以通过路由器上网了。

5. 上网

把路由器连上，启动之后它应该能够自动尝试登录3G网络。此时如果能够实现终端登录，同时对“pppd信息（Linux系统下的点对点保护协议）”进行检查的话，你就可以在/var/log/messages处看到日志文件。使用命令“tail”或“grep”来查看最新的消息或对全部文件进行搜索。

如果顺利的话，你将会看到列有你的IP地址的pppd信息。如果没有显示，需要对电话号码的正确性、供应商的非活动账户以及信号接收情况进行检查。如果你远离信号覆盖区的话，或者天线连接不稳定的话，你将会看到如下消息——“pppd: LCP timeout”，此时需要将5220网卡带回主机旁对信号覆盖区进行检查。

现在，任何一个Wi-Fi客户端设备应该可以接入到你的新网络之中了，你也可以将以太网设备插入到路由器的ETH1端口上了。

6. 将设备安装到汽车上

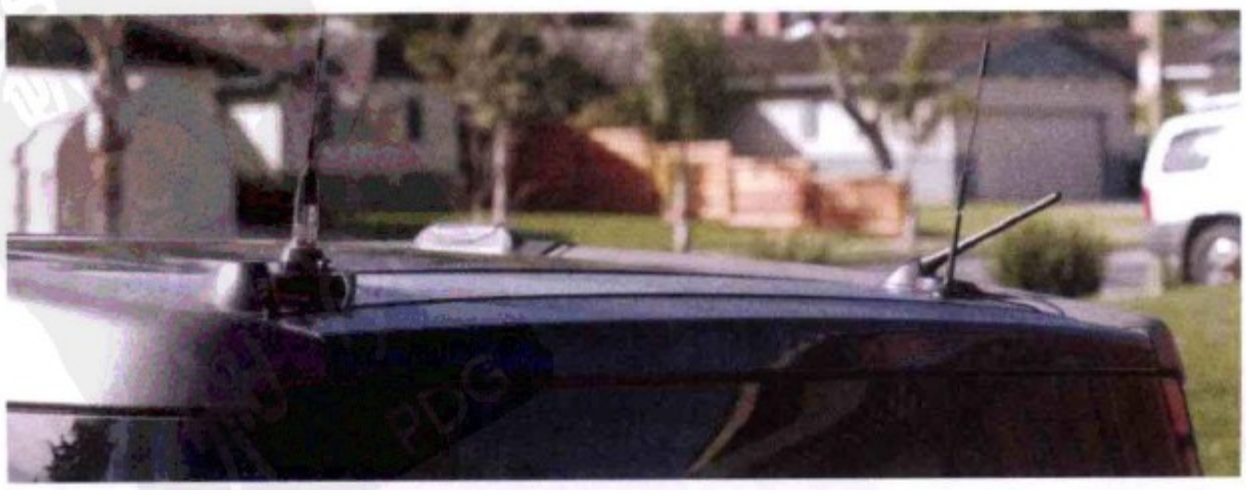
现在你的设备已经通上电源，并且能够上网了，是时候把它安装到你的汽车上了。

6a. 首先要确定把天线安装在哪里。一般情况下，把地面天线接在比较平整且广阔的金属板上（比如车顶）所获得的信号强度最好。不过天线之间最好不要离得太近，距离至少为20cm，或者更远。如果获得的信号强度较低（或者没有金属车顶的话），你可以选择非地面天线，例如那种接在车镜上的天线。你也可以去一些无线电商店或无线电业余爱好者俱乐部获得咨询意见。

6b. 将公型射频连接器安装到射频同轴连接器上，通过路由器左侧的母型射频连接器插口连上3G天线。注意一定要远离电源插座，将Wi-Fi天线与右侧的其它插口接起来，然后对两个天线进行定位和安装。

6c. 将路由器固定在车内，确保其不会被碰倒，然后将电源线与汽车电源连接起来。

此时不管你将车开到什么地方，你都已经拥有一个StompBox的“心脏”——Wi-Fi热点了！第349页我们将介绍一些更为有趣的扩展功能。



3G信号覆盖范围

依托3G网络可以提供多种类型的无线宽带服务，包括EVDO、IxRTT、EDGE和UMTS等。如Verizon公司所提供的宽带接入服务就是EVDO / IxRTT类型的。在1xRTT覆盖的区域中，你会得到与ISDN一样的上网速度，而在EVDO覆盖的区域中，你将得到与DSL类似的速度。而在这两种网络中，上传速度一般会慢于下载速度。

如果你不在信号覆盖范围之内，你的连接速度会逐渐放缓而丢失大部分的数据包，直到进入完全脱机状态。而覆盖范围面积的大小将取决于你所选用的天线类型以及它在你汽车上的安装位置。

你可以通过安装一台有自动增益功能的双向放大器来扩大信号覆盖范围。我使用的是Wilson的#811201型号的天线。注意当你靠近机器的时候，确保自动增益能够相应降低，否则即便在信号覆盖较好的区域，你所获得的信号仍然会比较杂乱！

若想获得更多的建议，可以通过800/1900MHz（3G网络）和2400MHz（Wi-Fi网络）询问上面的业余无线电爱好者。

完成

STOMPBOX

STOMPBOX功能扩展应用

功能扩展一：添加全球定位系统（GPS）

由于这是一个运行Linux操作系统的标准的x86平台，所以可以进行各种功能方面的扩展。比如添加一个GPS，这样就可以对你的汽车进行跟踪了。路由器的后台所运行的是Linux的通用产品安全指令（GPSD），这可以从所连接的GPS模块获得相关数据并将其通过网络发布出来。我就用一个USB转接适配器将Prolific PL-2303芯片与GPS模块整合在一起，然后安装在了路由器上。CF卡上的软件会找到PL-2303芯片并与GPSD程序相关联，但如果你是用的USB直接连接的GPS或其他不同的适配器，你就需要通过“/dev/gps”来手动连接GPS。

因为我想要的东西是华而不实的，无非是想寻求一些车辆需求方面的乐趣，所以我就采用了谷歌地图的界面。当我于2004年春天第一次这样做的时候，谷歌地图API还没有正式发布，所以那还是个比较新颖，同时又不太稳定的东西。在我的破解脚本出来之后，出现了许多谷歌地图的黑客程序，这让谷歌不得不通过改变API来应对黑客行为。如今谷歌地图API已经正式发布了测试版，这样可以让谷歌地图更为稳定地与系统相连接，同时产生更为出色的结果。

我并不想让那些对StompBox好奇的互联网访客挤爆我的无线网络，所以我使用了GPSD与动态



DNS相结合的方法来控制家中网络的访问量。我会在服务器上设定PHP脚本来定期远程登录StompBox的GPSD接口（2947），然后查询它的位置和移动速度，将这些数据写进一个XML的文档中，接着再通过黑客工具将其导入到谷歌地图中，从而生成一幅地图。登录makezine.com/03/stompbox就可以看到那些能在StompBox网站上运行的脚本。

请注意，该设置是专门为互联网用户为了远程跟踪StompBox 而设计的，并不适用于汽车上的GPS实时导航！如果想实现这一点，你需要更为专业的导航设备及软件。

GPS的使用方法可浏览以下网页：moro.fbrtech.com/~tora/howto/gps.html

功能扩展二：添加网络摄像头

另一个比较有趣的扩展功能是在上面添加一个板载相机。我的方法比较简单：一个D-Link 的DCS-900W无线网络摄像头。该设备自带板载服务器和无线连接，只需插上之后进行相关配置就可以通过任何一款浏览器来捕捉静态或移动的图像，同时通过吸盘可以将它固定在玻璃床的任何位置。

CF卡上的软件可以实现对DCS-900W摄像头的配置，网络IP地址的末尾数请设定为“.8”。比如，你将网络地址设定为“192.168.1.0”，那么摄像头的地址就是“192.168.1.8”，然后再为摄像头设定SSID和WEP密钥。

你可以在StompBox网络中输入IP那个地址来访问摄像头。根据我所设定的防火墙规则，你还可以通过公共互联网访问系统的动态DNS名称来使用摄像头，在81端口（即http://192.168.1.8:81）。注意记得要为摄像头设定一个访问密码！



为了进一步避免出现“网络堵塞”的情况，可以使用CF卡上的getcam.sh脚本。这个卸载影像可以在主服务器工作，对脚本进行编辑，让其指向你的服务器。一个自动流程（即所谓的“工作流程排序”）将会每隔5分钟上传一次最新的图像，你可以通过修改/etckron.d/getcam文件来对时间间隔进行设定。

陶尔·阿蒙森是一位在硅谷从事“临时维度裂痕”研究的相当疯狂的科学家。

4

制作生物柴油

学习如何制作生物柴油的最好方法就是亲自动手做一升出来。

洛玻·伊拉姆

制作少量的适用于任何柴油发动机的生物柴油是比较容易的，并不需要准备特殊的设备，一个破旧的果汁瓶就可以充当“反应皿”。通过这种小规模的实验，可以让你的技术得到快速提高，以顺利进行下一步的实验。在经过数次类似的实验之后，你会发现自己已经在无形之中喜欢上了这种实验。

制作生物柴油的原理是从植物油（新的或旧的）中进行提取，然后将其制成能供普通柴油发动机燃料喷射系统使用的燃料。这一化学过程可以将植物油转换成两种化合物：可以充当燃料的生物柴油和保留了油品黏稠属性的甘油。将甘油过滤掉之后，所得到的燃料不用经过任何深加工就可以供柴油机使用了。

当你掌握了一定的制作技巧之后，生物柴油的制作就会变得像做饭一样简单了。事实上，相对于石油炼油厂来说，那些商业生物柴油提炼厂更像是一家大型的面包店。面包的烤制过程中也会有许多有机化学反应，不过大多数面包师并没有认识到自己其实也是位有机化学家。

生物柴油化学

植物油的主要成分是甘油三酯，也就是说它的分子结构是由甘油“骨干”以三脂肪酸连接的形式组成，其外形类似于大写字母“E”。在制作生物柴油时，我们需要加入碱液和甲醇。三脂肪酸甘油的3个分支结构在被高苛性的碱液破坏之后，可以与甲醇相结合，形成游离脂肪酸甲酯，除此之外的就是生物柴油。游离态的甘油比较重，会沉到底部，燃料（和碱液）则位于上层。将上层的碱液清理出来之后，就能得到比较纯净的生物柴油了。

不过这个过程却并不简单，对于某些三酯甘油分子来说，只有一个或两个脂肪酸分支被破坏，此时则无法形成游离态的甘油，只剩下单甘油酯或双甘油酯等分子（形状类似大写字母T和F）。同时，在与甲醇和碱液混合后会产生一些水，并且油、水和碱液混合在一起能做出肥皂。

在经过这一系列的不完整化学反应之后，混合物中已经不可避免地包含了肥皂、水、剩余的碱液、甲醇、单甘油酯、双甘油酯以及我们想要的生物柴油和甘油。单、双甘油酯为乳化剂，所以它们的混合液体是无法分离的，这增加了生物柴油的提取难度。而当你使用的是废弃植物油而并非纯净油时，由于里面包含了游离脂肪酸、水以及无数的随机油炸污染物，所以提取的过程会更为复杂。

这些杂质会对引擎造成损坏，造成喷油嘴堵塞或燃油过滤器擦伤。不过你可以通过多种方法将这些杂质从生物柴油中清理出去，或者用植物油制作出不纯净的生物柴油。在极端情况下，将会形成厚厚的、难以分离的肥皂水。幸运的是，你倒可以用它们做一些上等的油脂切割肥皂，这恐怕是在制作生物柴油过程中都会遇到的情况。

摄影：莎拉·休斯顿

2 生物柴油

准备



材料

[A]至少1L的植物油（如果需要的话，你也可以选择双倍的材料用量，记得采用较大的瓶子）。
不管是新的或是废弃的植物油都可以。如果你使用的是废弃的植物油，可以从各个餐馆的废油桶中获得实验所需的样品。

[B]甲醇汽油一瓶，如Heet牌（如图所示的黄瓶）或Pyroil牌。
汽车配件商店有售。你可以从当地的汽车赛车供应商、石油分销商或化学品供应商那里购买到散装的甲醇汽油。

[C]异丙醇汽油一瓶，如Iso-HEET牌（如图所示的红瓶）或Pyroil牌。
在甲醇汽油的销售商处就能买到。并不需要太多，即便你准备做大量的生物柴油。

[D]碱液5~10g，具体数量在文中会有说明。你可以使用普通的碱液（氢氧化钠）或钾碱液（氢氧化钾）。氢氧化钠比较容易找到，而氢氧化钾用起来更为方便。
“红魔碱液（Red Devil Lye）”是一种常见的用来清洁物品的氢氧化钠，你可以从当地的肥皂销售商、革制品供应商或braintan.com买到氢氧化钾。

[E]酚酞溶液。
可以从啤酒、葡萄酒的酿酒商以及实验室化学品供应商那里买到，在许多化学实验套件也能找到，注意要使用新鲜的。

[F]蒸馏水一到两加仑。
用于清理燃料。

[G]醋。
用于清楚多余的碱液。

工具

[H]公制秤，测量精度至少为½g。
烟草店有售，或者去当铺和旧货市场买一个三梁天秤。

[I]注射器、吸管或吸液管两个，测量精度为ml。每根管各自吸入10ml，误差不要超过0.2ml。
吸管和口腔注射器在药店和部分婴儿用品店有售，实验中会使用到不同的化学物质，所以要用不同的吸管或注射器将其分开。

[J]“Candy”温度计。

[K]量杯、烧杯或其它容器，能够准确测量220ml和1 000ml的液体。

[L]两个容量为1品脱的“梅森”玻璃瓶（盖子能够拧紧），3个或更多的小的“梅森”婴儿食品玻璃瓶。

[M]两个容量为2L（或更大）的瓶子。玻璃或塑料材质皆可，那些用来装果汁、水、苏打水或牛奶的瓶子都可以，要求瓶口较宽，这样倾倒起来更为方便。

容量为2L的锅，电炉或本生电灯（非煤气灯）。

棉布，清洁抹布和水桶。

漏斗和塑料勺。

胶带或标签。

[N]护目镜和手套。

石蕊试纸或电子pH计（可选）。

生物柴油制作

开始制作 >>

时间：每天6小时（耗时3天）　　难易程序：低

1. 对植物油进行过滤和排水

如果你所使用的是纯净的新油，那么可以跳过这一步，直接从第二步做起。但如果你所使用的是餐馆处理掉的废弃油，那么里面可能含有食物残渣、水和游离脂肪酸（FFA），而这些东西是需要清理出去的。游离脂肪酸会让油变得更酸（也即“腐臭”），可以使用碱液来解决这个问题。首先需要进行的是滴定测试，然后根据测试结果在油中添加一定量的碱液来进行化学反应。

“家酿”生物柴油时需要注意的安全事项

虽然生物柴油的处理和存储都比较安全，但“家酿”过程中仍然会涉及到易燃、有毒、腐蚀性化学物质、醇类和碱液，所以要把每一种材料都标注清楚，同时要注意密封，并远离儿童和宠物。在处理甲醇和碱液时，需要穿长袖、戴护目镜，并戴上丁腈或PVC材质的手套。每次使用之后要对手套进行清洗，注意不要接触到你的皮肤和眼睛。实验场地附近一定要有水管，这样可以在药品接触到皮肤之后，马上用水进行冲洗。要知道皮肤吸收甲醇的速度是非常快的，一旦接触到，需马上进行清洗。而在清洗碱液的时候，需要使用清水或醋。此外由于甲醇会挥发出有毒的烟雾，所以在使用甲醇时要戴上口罩或屏住呼吸，同时务必在室外通风处进行该操作。

1a. 由于在之后的步骤中，会消耗掉一部分植物油，所以开始时的量要大于1L。首先将油放到锅里，加热到95°F。注意要使用电加热器（该项目中所有的加热设备均为电器，禁止使用燃气加热设备）。然后用几层纱布对油进行过滤，为了方便操作，可以使用漏斗（或咖啡过滤器）。





1b. 再将油加热至140°F，并将该温度保持15分钟，此时水会沉到底部。注意如果温度过高的话可能会造成气体爆炸等事故。将浮在上部的油倒进瓶子或其他容器中，放置24个小时以上再进行使用，该过程中清理出来的水可以用来制造肥皂。如果你在瓶子底部发现仍有水的存在（可能会比较脏），尽量不要再倒进油中。





2. 对植物油进行测试
测定植物油的酸度。

2a．将1g的碱液溶进1L水中（制成浓度为0.1%的碱溶液），或者按照同等的比例制作少量的碱溶液，用以进行之后的测试实验，将其密封存贮后分批使用。



2b．找一个小罐，将1ml微温的油倒入10ml异丙醇中。搅拌均匀，然后滴入两滴酚酞溶液。





2c．使用有刻度的滴管或注射器，将事先准备好的实验碱溶液一滴一滴加入到油醇混合物中，记录下你所使用的碱溶液量。植物油的酸度越高，所需的碱液就越多。继续加入实验碱溶液并不断搅拌，直到混合物呈粉红色（维持10秒）为止，记下所使用的碱溶液毫升数——这就是制作1L生物柴油所需的碱液量。







该过程被称之为“滴定”，是一个用来测定溶液酸度的标准方法。

3. 处理植物油
该过程是制作生物柴油的主要步骤。

3a. 确定所需的碱液量。如果你使用的是新油，每升则需要添加5g的氢氧化钠或7g的氢氧化钾；如果使用的是废弃油，除了需要添加上述碱液之外，还需添加2c步骤中对应的“滴定”碱液量。比如，在2c步骤中如果需要添加1.5ml碱液才能将混合物变成粉色，那么在本步骤中则需要添加6.5g氢氧化钠或8.5g的氢氧化钾。

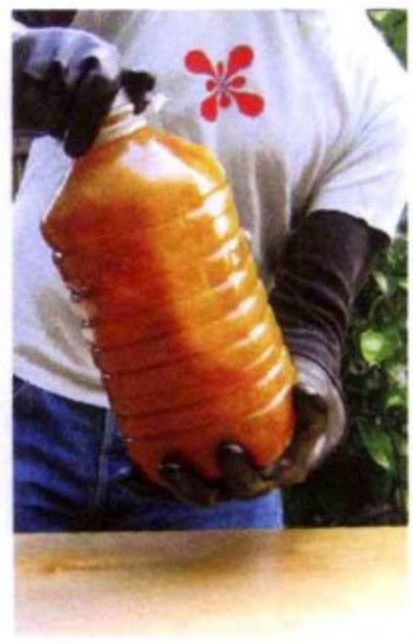
3b. 在干净的梅森瓶中测量所需的碱液，添加220ml的甲醇，将盖子拧紧，确保不会出现泄漏情况，然后轻摇瓶子直到碱液充分溶解。该过程需要几分钟时间，操作期间瓶子的温度会略有提高。由于混合物中含有甲醇，所以会比较危险。在进行完该实验之后，需要把梅森瓶清洗干净，或者将其密封好进行自然溶解（普通的“家酿”甲醇需要提前存储在高密度的聚乙烯塑料袋中）。



3c. 将植物油加热到130°F。如果温度过高，可以等到其温度降到130°F再进行下一步骤。

3d. 把油倒入大瓶内，然后添加甲醇，把盖子拧紧。急速摇晃5分钟，溶液的颜色在摇晃过程中可能会发生改变。





3e. 将混合物放置在一旁。一个半小时以后，你会在瓶子底部看到一层暗色、肮脏的甘油，而较轻、较多的柴油层则上升到顶部。现在是个清理杂质的好机会。如果你确定自己所使用的瓶子不会出现泄漏的话，可以将瓶子倒置过来，这样可以破开盖子把甘油倒出来，或者你也可以把瓶子倾斜着将生物柴油倒出来。

3f. 将处理后的溶液放置一个晚上。

4. 对生物柴油进行分离、清理和除水

现在瓶子里含有生物柴油、甘油、单甘油酯、双甘油酯、肥皂、甲醇和碱液，可能还有点废油（甘油三酯）。油溶性的甘油酯会停留在生物柴油层以上，而一层薄薄的水溶性的甘油则会沉到瓶子底部。根据所使用的油品和催化剂的不同，其形态可能是液态的，也可能是固态的。肥皂、甲醇和碱液也是水溶性的，这些东西会混杂在两层之中，有时候会在生物柴油和甘油之间形成一层薄薄的肥皂层。

如果你所看到的不是两层，那么肯定是哪个步骤出了问题。可能是多余的肥皂或单甘油酯，这些乳化剂的量如果太大的话，将会影响油品分离过程。如果出现了这种情况，要对原料的用量、测量仪器和温度进行及时检查。你可以使用更多的甲醇对生物柴油进行重新处理，或者换用更为新鲜的油。如果可以的话，再次摇晃瓶子的时候要更为猛烈一些。在发动机中，生物柴油中的甘油液滴会堵塞燃油过滤器，而肥皂则会形成灰碱液而损伤喷油器和燃油喷射器。同时，甲醇是具有毒性的易燃气体，这将会让生物柴油的储存变得非常危险。所以你肯定不希望自己所制作的生物柴油中含有这些杂质。如果你将生物柴油放置几周时间而不进行任何处理的话，这些水溶性的杂质会在柴油中慢慢下降（除了甲醇）。这时可以用水将生物柴油中的有害杂质（包括甲醇）迅速洗涤掉。

不幸的是，用水洗涤并不能把无形的油溶性单、双甘油酯清理掉。而这些物质在某些情况下（特别是在寒冷的天气中）可能会发生结晶现象，从而阻塞发动机的过滤器和燃料喷射器而导致硬启动。高质量的商用生物柴油中所含的单、双甘油酯非常少，而这也正是“家酿”生物柴油的主要目标。你可以针对处理过的油品中的单、双甘油酯含量进行第二次粗略测试，就像最初对植物油测试时那样。如果其中含有更多的甘油，则说明第一次所进行的化学反应并不充分。



生物柴油

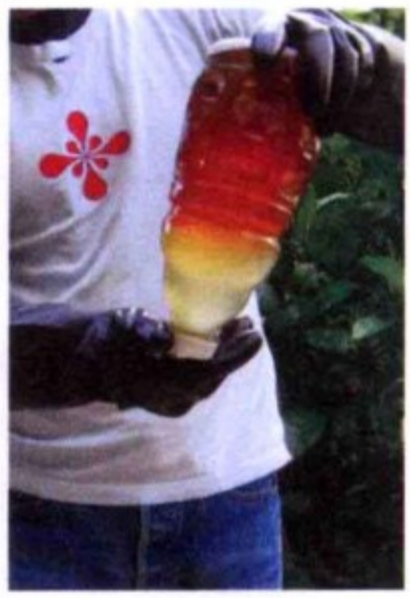
4a. 将浮在上部的生物柴油倒到另一个瓶子中。注意不要把甘油倒出来，因为清理起来会非常麻烦。可以在瓶子里面剩一些生物柴油。如果你能将瓶子倒置着进行处理，那么也可以先把甘油倒出来。



4b. 在生物柴油中缓慢加入一些温水（蒸馏水）。

4c. 把盖子拧紧后握着瓶子旋转，直到瓶内出现一些白色的肥皂沫，该过程可能需要几分钟的时间。注意不要摇晃瓶子，蒸馏水要和生物柴油保持接触，但是不能混在一起。要知道生物柴油中含有肥皂，如果你的操作过剧烈，肥皂、生物柴油和水可能会形成一种相对稳定的乳液状态而难以分开。





4d. 把瓶子倒置过来，然后再把盖子弄开，倒出里面的肥皂水。如果你所使用的是一个拥有狭窄颈部的软饮料瓶，那么可以用你的大拇指来代替瓶盖，这样操作起来会更为方便。





4e. 在里面添加更多的温水，重复上述排水的过程。每一次都会有一些肥皂被清理出来，此时在操作的时候可以适当增加一些力度。如果操作的时间足够长，你会在生物柴油层和白色的肥皂层之间发现一层苍白色的乳化层。注意不要倒掉这些东西，这其中含有大量的生物柴油。继续进行洗涤和稀释的操作，直到蒸馏水变得比较纯净，并且容易分离出来。如果上述的乳化层仍然存在，可以按照加热、加盐、加醋等顺序来处理该问题。

4f. 在把最后一次洗涤用的水排走之后，将生物柴油放置在露天条件下，直到其中的水分完全晾干，该过程可能需要几天的时间。一般情况下，洗涤效果越好，晾干所需的时间就越短。如果你着急用，你可以通过低温加热的方法来蒸发掉其中的水分。当水分完全去除之后，生物柴油燃料就做好了。如果你透过柴油可以看清报纸的话，就可以将其倒进车辆的柴油机中进行使用了！

完成

如何使用

现在你可以把制作好的生物柴油装进瓶子里给周围的朋友们看看了，或者直接将其添加到柴油发动机中。不过一般情况下，我们在把燃料加入发动机之前，会对其进行过滤处理，以清理掉其中的微研磨杂质为了安全起见，你可以用咖啡过滤器对生物柴油进行过滤。其实柴油中的此类杂质并不多，即便柴油中含有大量的单、双甘油酯，也会在发动机“休息”时被燃料自行稀释掉，所以在往油箱中添加时不必过于担心，尽量保证其纯净度即可，

用石蕊试纸或pH计来测试燃料的酸度，这是柴油是否纯净的指标之一。生物柴油的pH值应为中性的7左右，如果pH值较高，则说明其中依然含有肥皂或剩余的碱液。为了测试柴油中是否含有甘油，你可以使用Gly-Tek的测试套件（gly-tek.com），该套件主要用来测试从机油中泄漏出来的防冻液。

如果你长期使用生物柴油，那么就需要对燃料进行测试，同时经常更换燃油滤清器。生物柴油会自动产生渣油而卡住燃料系统导致阻塞现象。此外，要经常对老油管进行检查，发现有粘结现象要及时进行更换。生物柴油会降低那些用天然橡胶制成的油管的使用年限，不过它还是符合目前合成橡胶标准使用条例的。

一般的生物柴油可以保存数月时间，然而柴油也有可能受到某些细菌的污染。为了防止出现类似情况，你可以在其中添加一些在柴油等化学品的储存方面得到广泛应用的杀菌剂。此外还要注意一点，用动物脂肪制成的生物柴油在寒冷天气中会出现凝结的现象。如果这会影响使用的话，在将生物柴油添进油箱之前，可以先在冰箱里对其进行凝结测试。用菜籽油制成的生物柴油的凝固点最低。

拓展研究

关于生物柴油的制作有很多方法，各自的特点根据主要反应的数量和类型而定。本文中所描述的方法是“单步过程法”，它的主要反应是用碱液进行催化，然后根据滴定实验的结果来确定材料用量。“两步过程法”则会进行两次滴定实验和碱液化学反应来实现完整的转换，这种方法在进行第一步的时候会使用硫酸来进行酸碱反应。后者虽然操作起来更为复杂，但安全性却更高，更加适用于大批量生产。

生物柴油的制作者们在“家酿”过程中使用了各种各样的油箱，其中的一个比较巧妙的设计是使用了一个容量为55加仑的桶，倾斜其边缘，在底部开一个排水点，用来充作排水用的阀门。这样在释放水和甘油时会更为方便。还有一些方法可以把剩余的脏甘油转换成肥皂、40重油、油漆清除剂以及其他有用的东西。如果进行大批量制作时，可以用3.1万美元购买一台回收甘油用的蒸馏净化器（rescience.com），该机器能将生物柴油制作过程中所产生的较脏的甘油转换成清亮而有价值的商用甘油。

目前比较流行的，适用于大批量油品洗涤的方法包括水雾洗涤法（通过在生物柴油表面喷洒水雾来让液体下降）、泡泡洗涤法（使用一台水族馆的空气泵和空气石来轻轻搅动水和生物柴油）和批量洗涤法（对水和生物柴油进行手工洗涤）。对于最终的过滤阶段来说，大小5μm的生物柴油完全可以通过标准的泵、柜和家用净水器。

相关资源

本文中的部分内容基于玛丽亚·马克·阿洛沃特发表在《能源自足通讯》杂志上的系列文章，了解更多内容登录rebelwolf.com。

玛丽亚·阿洛沃特的个人网站：localb100.com

“家酿”论坛地址：biodiesel.infopop.cc，veggieavenger.com/media

生物柴油政策及行动主义论坛：biodieselnow.com

生物柴油处理器设计和其他相关信息：journeytoforever.org/biodiesel.html

生物柴油站及行业信息地址：nbb.org

大众柴油论坛：tdiclub.com

为你所在的城市设置一个商业生物柴油站点：propelfuels.com

洛玻·伊拉姆是位于美国西雅图的Propel Fuels公司的创始人之一，该公司主要提供生物柴油燃料的分销以及相关服务。

生物燃料现状

美国知名的《默克报》刊登了部分对可替代燃料感兴趣的制作者。

为石油巨头提供可替代燃料的地区连锁公司

丹·戈西奥罗斯基

在美国西雅图的街道上看见一辆保险杠上有贴纸的、陈旧的柴油版沃尔沃车还是比较常见的。但如果看到两三辆类似的车同时停在某个街头的话，人们可能就会认为他们是不是在做广告了。然而，这种情形就发生在丹博士的“沃克斯可替代燃料站”所在的西雅图街道上，而车上的贴纸也都在透露着一条共同的信息——供应生物柴油。沃克斯燃料站一直在当地推广和销售生物柴油，这被丹·弗里曼（又名“丹博士”）亲切地称之为“致富之星”。人们愿意为他们的汽车支付每加仑3.67美元的费用来使用这种可再生的能源，同时减少大气中的因为使用矿物燃料而造成的污染气体排放量。

迄今为止，诸多石油和汽车企业仍然没有为汽车使用的石油燃料找到合适的替代品，然而细心的司机们却自行发现了这个被汽车行业冷落多年的问题。沃克斯燃料站这样的地区连锁公司如雨后春笋般出现在全美各地，为私家车主和一些油量消耗较大的燃油合作社提供生物柴油服务。合作社通过在当地的车库上张贴传单或网络查询来进行文字宣传和口碑传播。比如一位名叫埃里克·福勒的销售商就在西雅图北部地区以“个人会员”形式开拓零售市场，当他拥有了足够多的会员之后，丹博士就会在福勒家附近安装一个容量为270加仑的大型油箱，同时保证油箱中的油量。

生物柴油的分销链为当地的一些独立企业带来了实惠，消费者可以从大型的燃油合作社类似于丹博士这样的小分销商那里购买到生物燃料。分销商们所购买的生物燃料基本来自于当地的一些拥有高素质员工、以“家酿”生物柴油为主的初创公司（如西雅图生物柴油公司），而他们大多以植物油为源材料（主要是大豆油）来生产生物柴油。

在看到美国国家生物柴油委员会的生物柴油经销商分布图时（浏览地址：nbb.org/buyingbiodiesel/distributors），我们似乎可以抛开那些政治成见。大部分经销商并不是分布在西雅图、旧金山和伯克利等地的沿海塞拉俱乐部地区，而是集中在中西部植物油种植和加工为主的地区。根据音乐家、农场主威利·纳尔逊的切身体会，这其实并不是一个简单的经济问题。在他的威利·纳尔逊生物柴油公司的帮助下，当地以种庄稼为主的农民通过生物燃料而参与到能源市场之中。在提高农民收入的同时，也提升了他们的独立性。

让我们把目光回到西雅图，丹·弗里曼希望沃克斯燃料站对生物柴油的制作并不仅仅停留在处理这个阶段，而是能够深入到全过程的制作之中。在不经过汽车制造商或石油公司的支持、同意或协助的情况，实现长足的增长。



废油利用之道之植物油

埃克尼·贾丁

美国佛罗伦萨（马萨诸塞州）随着燃油价格的不断上涨，DIY达人们开始寻找解决的办法。他们开始在小汽车和卡车上尝试着使用用废弃食用油制作而成的燃料。在安装了一套“废油车系统”之后，任何一台柴油车就可以使用植物油了。

有了“废油车”之后，就不用在加油站加油了，在任何一家餐馆中就能搞定。这里每天都会产生一定量的废油，由于不必再额外支付废油处理费用，所以餐馆们都非常乐意把这些废油送给你。

废油车植物油燃料系统（greasecar.com有售）改装套件的售价为每套800美元左右，价位与其竞争对手，来自密苏里州的Greasel 转化套件相当（greasel.com有售）。

汽车的改装过程其实就是将其改成一辆双燃料的混合动力汽车。柴油和植物油皆可使用，而发动机从常规油箱和车上的热油油箱都能够获得燃料。汽车启动时所用的燃料为柴油，在润滑油达到一定温度，能够顺利实现燃油喷射之后，可以切换到完全使用植物油的模式，这种方法可以让油脂燃烧器在寒冷的天气中正常工作。

收获：在使用了这种方法之后，排气管中所排出的气体会有一股淡淡的炸薯条味道，这时你可以在自己的车上贴上“素食发动机”的标语了！废油车系统的用户代表表示，相比之下，改装汽车的燃油经济型并没有得到太大改善，但是尽管如此，他们还是认为应该动员人们添加这种“薯条汽油”的生物柴油。

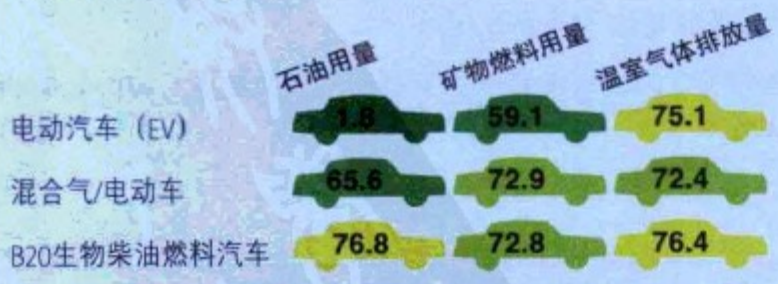
废弃油之争

保罗·斯宾拉德

斯普林菲尔德（密苏里州），根据《斯普林菲尔德新闻导报》的报道，由于目前有许多企业参与其中的厨房废油回收业已经高达数十亿美元，因此也滋生了新的犯罪形式——废油盗贼。在某些地区，日益成长的生物柴油产业为那些废弃的油品赋予了新的价值。这种情况的直接结果就是：盗贼们开始来到餐馆的后边，冒充餐馆合作方用自己的抽油车擅自把那些垃圾桶中的废油抽走，而餐馆的工人们大多不能认出这些违法的车辆。针对这种情况，废油回收企业格里芬工业的发言人基思·温德尔福表示，该公司在当地投入使用的18辆废油清洁皮卡拥有相对明亮的外表，可以让盗贼们无计可施。

生物柴油的经济型有多高？

燃油汽车对整体环境造成的有关影响（百分比）



来源：美国阿贡国家实验室交通技术研发中心——GREET模型。

波莉·宝莱奇

在美国芝加哥究竟混合动力、电动汽车、生物柴油哪个最适合目前的环境呢？要想找出这个答案并不是件容易的事。同等条件下，柴油的里程数要长于汽油，但它需要用更多的石油来进行生产。电动汽车虽然不使用汽油，但是它所用的电仍然来自制造了大量污染的燃煤电厂。B20生物柴油（一种常见的混合燃油，含有20%的纯生物柴油和80%的石油柴油）可以减少矿物燃料的使用，但是需要对那些生产生物柴油的厂家进行严格的产品检查及分析。

幸运的是，美国阿贡国家实验室的科学家们对此建立了一个计算机模型。在这个模型中，通过横向比较来让各种燃料技术的效率一目了然，从而看出哪种技术的经济性最高。这种从“油井到车轮”的计算结果往往会让人非常惊讶。例如，虽然电动汽车在其使用寿命之内会消耗非常少的石油，但相比之下混合动力汽车实际上在减少温室气体排放方面却略胜一筹。

摄影：菲利普·托罗内

5

如何把iPod安装在车里

你是否想在汽车音响里用MP3代替原有的收音机和卡带呢？只需把消除静电后的iPod与汽车音响相连接就可以了。

达米安·史多尔兹

如果你有一个iPod（或者其他任何的便携式音乐设备），同时你又开车，毫无疑问你会希望在汽车里播放你的MP3。

以下是我对汽车上的便携式音乐播放系统提出的四个要求：

1. **我想通过汽车的扬声器来播放音乐；**
2. **我想在开车的时候能够安全控制音乐播放的各种功能；**
3. **我想能将该系统十分牢固地安装在车内；**
4. **我想能随时为其进行供电和充电，不会在开车时出现关机的情况。**

以上的这些问题都有很多解决办法，至于选择哪一个，取决于你愿意花费多少时间和金钱。不过很显然，这其中有一个非常重要的问题：车里的扬声器怎样才能接收到音频信号？

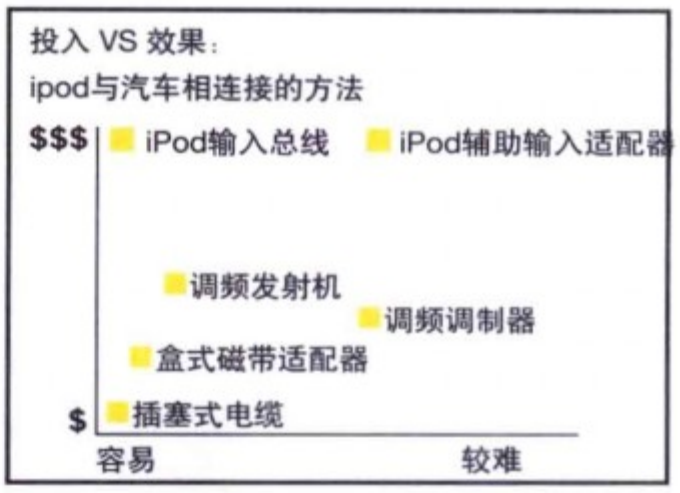
为了帮你找到在车上安装iPod的最佳办法（关于“设备+车”的方式可能有数百万种），我们首先研究一下那些你所知道如何将MP3播放器安装到车上的不同方法。

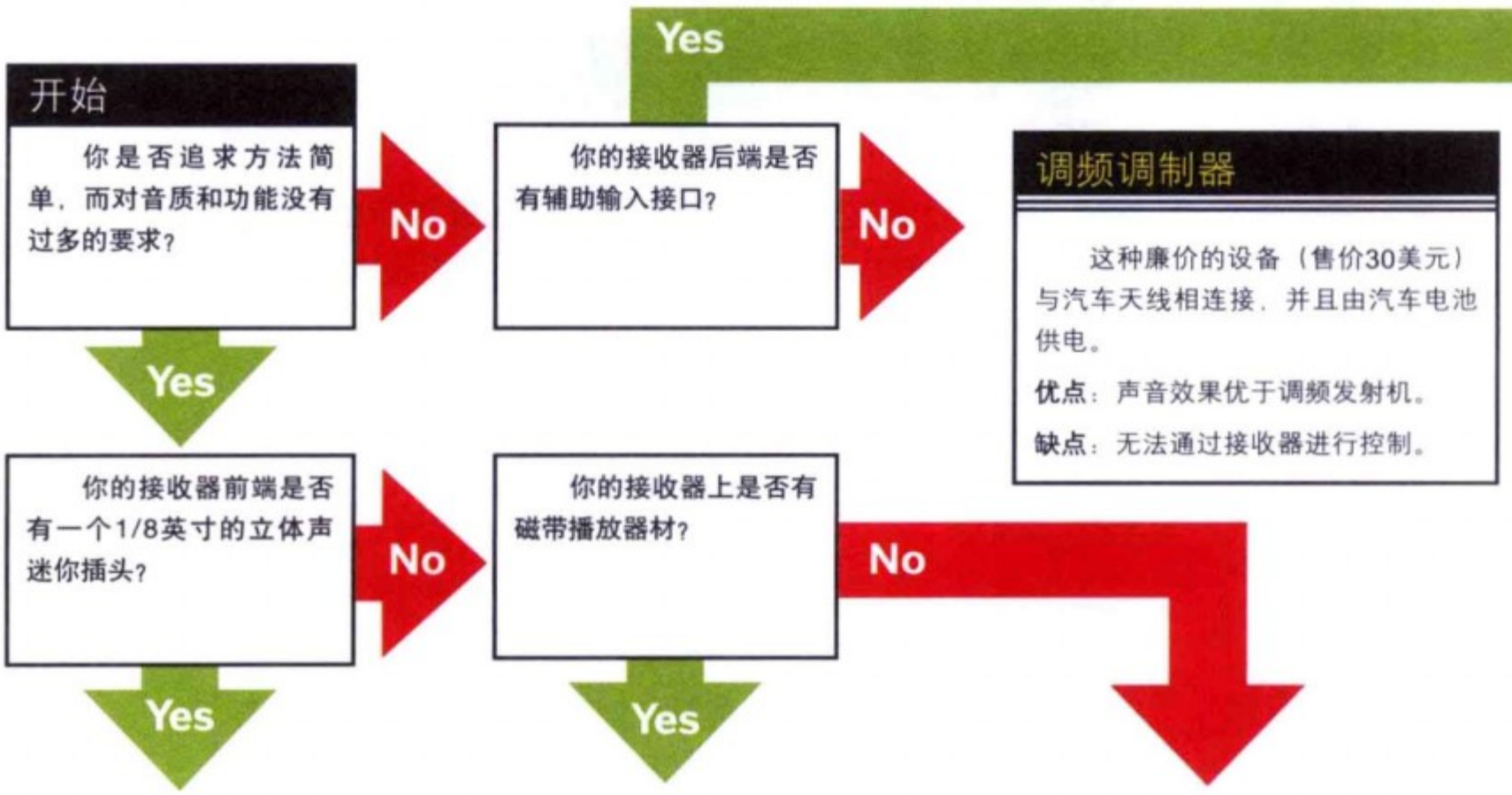
这些方法的重点就是如何将音频设备放置到头顶装置之中。“头顶装置”是车上相对于收音机、调节器、立体声和盒式录音机等词汇更为专业的技术术语。头顶装置位于仪表盘之上，其上用表盘和按钮来充当汽车音频媒体体验的“模拟中心”。

iPOD

目标：通过汽车音箱播放你的iPod中的音乐

你可以通过以下四种方法来用车载接收器接收音频信号：使用调频发射机、调频调制器、盒式磁带适配器，或者直接用音响主机辅助输入设备、CD、卫星广播接口的信号。下面的这张决策图表可以帮助你找到最为适合你的连接方法。





iPod辅助适配器

一些公司生产了可以让iPod和车载接收器上的CD换碟机插孔相互连接的适配器。这些公司既不对立体声系统进行逆向工程开发，也不屈服于接收器制造商的不披露协议。他们制造出了价格低于100美元的黑盒，一边配有CD换碟机的专用接口，另一边则配有无线电接口。

有的公司则生产了结构单一的综合性适配器，可以让你通过位于底部的双排脚封装体（DIP）开关来选择自己的汽车。你还可以用5美元购买一根适用于你的车载插孔的适配器电缆。而其他厂商还针对不同品牌的OEM汽车生产了单独的转接盒。

大多数适配器可以让你通过接收器对iPod进行有限的控制。一些知名的汽车音响公司所生产的iPod适配器还可以接收显示器显示歌手以及歌曲的信息。比如Monster电缆公司的iCruze系统就有一个可选的仪表液晶显示器，能显示出歌手或歌曲的信息。这种设备的售价从100美元到500美元不等。

信息来源：mp3yourcar.com；theistore.com；crutchfield.com；installer.com/aux；logjamelectronics.com/auxinpconv.html；monstercable.com/icruze

优点：采用可充电池，音质一级棒。

缺点：价格昂贵，只适用于部分车型。对于某些汽车来说，接收器和适配器的安装都比较困难。

获得iPod的音频输出信号

获得iPod的音频输出信号还有两种比较值得一提的方法：顶部或底部。iPod的顶部连接器适用于输出变化和放大的信号。这种设计是为了给你的耳机供电。它的放大倍数由滚轮上的音量调节功能实现。在使用本文中所提到的任何一种变量输出适配器时，你会通过两种方法来提高音量：iPod或音响主机。这听起来是个不错的主意，但是有可能会造成声音失真。

获得iPod的音频输出信号的最好方法是利用位于其底部的线缆接口。这一接口可以让其他设备（如音响主机）非常方便连接进来，所以在购买适配器的时候一定要记住这一点。

价值50 000美元的解决方案

如果你打算购买一台全新的宝马车，那么你就可以跳过这张决策图表了。你只需将你的iPod与车上已有的线缆接上即可。苹果公司于2004年和宝马公司达成了在车上采用第一款iPod集成适配器的协议。这款适配器可以将iPod变身为CD模拟转换器，如今它们已被安装在方向盘和iPod的音响主机控制器上。

自此之后，苹果公司开始与许多汽车制造商达成相关的协议，开始针对不同的汽车型号安装不同档次的适配器。在未来几年内，iPod专用底座可能会成为汽车内部的标配之一，所以当你购买新车时，你还可以简单地问下iPod底座的安装情况。

优点：出色的音质和控制体验。

缺点：为了得到它，你必须要买一辆宝马汽车。

iPOD

安装、控制和充电解决方案

安装

在决定了通过何种方式把你的iPod与接收器相连接之后，你还需要弄清楚如何对它们进行安装。如果你所使用的系统可以通过立体声按钮和拨盘来对iPod进行控制，那么你最好把它收到储藏箱或其他比较安全的地方。如果你继续使用iPod上的控制键，你应该将其安装在仪表板或其他较为方便的位置。

最便宜、最“太空时代”的安装方法是使用魔术贴。既然魔术贴能够对零重力环境中的航天飞机上的物品进行固定，那么肯定也能将你的iPod固定在仪表板上。你需要一些iPod的外套或塑料带夹，以免弄花iPod的背板。魔术贴在工艺品商店和五金商店就能买到。

某些型号的iPod基座拥有音频输出和充电的功能。如果你有这样的设备，一样可以用魔术贴将其固定在汽车的中控台上（只要能找到一个合适的水平面）。

由于iPod的尺寸与一些手机相近，所以你也可以使用手机座来进行安装。手机座的外形各不相同，有的能与交流电相连，有的则能与仪表板相连。你可以在当地的洗车房询问一下相关的事宜。



MacMice推出的PodBuddy拥有调频发射、供电和固定功能（dvforge.com/podbuddy.shtml）。

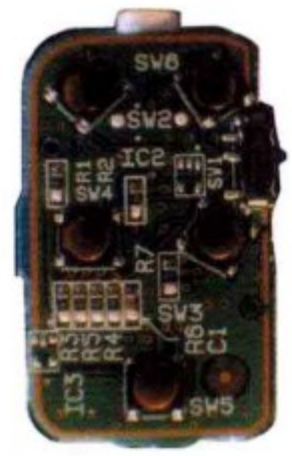
目前市面有几十种专为iPod设计的安装系统。起初这些配件都采用了与iPod相匹配的白色塑料，但贝尔金新出的几款配件均为黑色，这更适合于大多数汽车的内饰颜色。而ProClip推出的iPod固定架更是可以在大部分汽车上实现无缝安装。

控制

虽然iPod的操作界面非常棒，但它肯定不是为汽车司机设计的，毕竟他们在驾驶时需要集中自己的注意力。

了解更多关于iPod远程控制协议的信息，可登录maushammer.com/systems/ipod-remote/ipod-remote.html。

此时，适用于各种型号iPod的有线遥控器可以帮司机实现免提操作。你可以将其固定在方向盘上（如果线缆够长的话）对你的iPod进行免提操作。



如果你更喜欢使用自己的远程有线控制器，也可以将其和方向盘或仪表安装接口连接起来。相应的协议和插脚引线可以在Maushammer网站上买到（见图片上方的网址）。

供电和充电

不到10美元你就能买到一个车载点烟适配器。如果不想买的话，可以动手做一个。首先在六针的火线电缆上接上安装有1A保险丝的电源引脚来通过12V的电流。你可以简单地把正极接到引脚1上，引脚2与地面相连。一般的火线能够承受8~30V的不稳定电压，所以你可以将12V的汽车用电直接与其相连。

由于火线的终端连接器焊接起来比较困难，比较简单的方法是把火线的一半截断，然后与两个相应的引脚连接起来。

如果想了解更多如何在车中对iPod进行安装和充电，iPodlounge网站（ipodlounge.com）是个非常不错的选择。



售价30美元的SiK iPod充电器（sik.com）配有专用的音频输出线。

都市伪装者

只要装上对的附件，大家的车辆可以一直在“作业中”。

托德·拉品

这件事情的起因是我在街头找不到停车的地方。有一天，我突然在社会工程学方面顿悟了——只要我将车装饰成商业车辆的样子，就可以理直气壮地停在黄色限制区，不用担心过度热情的停车管理人员过来贴条了，这些管理人员总是在我家附近出没。

我到一家艺术品店里走了一趟，买回来一些塑料的字母，一个装饰完莫须有的公司名字就搞定了。而且自此以后确实就没有收到贴的条了。

这是18年前的事情了，从那个时候起，我所有的车辆都涂上了公司的伪装，而我的需求也有所变化。除了得到基本的停车位，我现在用的这辆车是1999年的切诺基吉普车，当时从工厂订货来的时候就要求公司版的本色车，然后包装一番，起到了防止打砸抢的作用，也用来冬季在高山环境驾驶，当过迷途摩托手的后援车，甚至混进附近一个废弃的军事基地，我常在那里拍些照片。

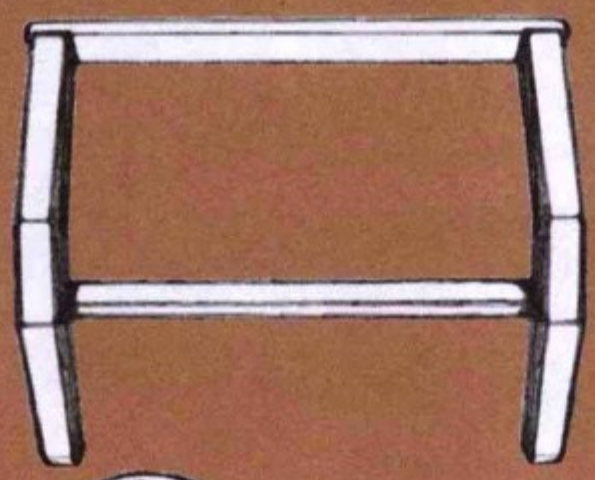
在这篇文章中，我将向大家介绍我采用了哪些资源，使用了哪些方法来完成这种有效的车辆伪装的。当然有了这些改装的技能，也必须有对应的责任。我绝不纵容用这种技能来干任何违法乱纪的事情。我倒是鼓励类似好莱坞老警匪剧片子中那种用做监视点的尿布快递服务车。需要记住——街头停着的以及跟在你屁股后面的公司车辆不见得里外一致。

只要成为公司车辆，你就能享受更多特别好处，还能有一堆仰慕者。

摄影：托德·拉品

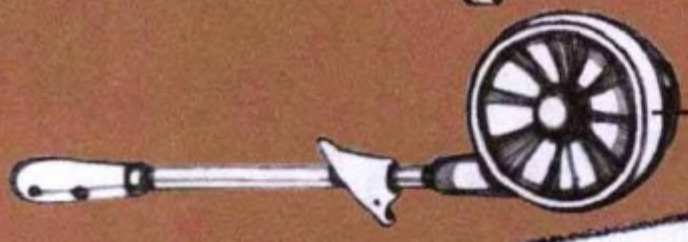
保险杠

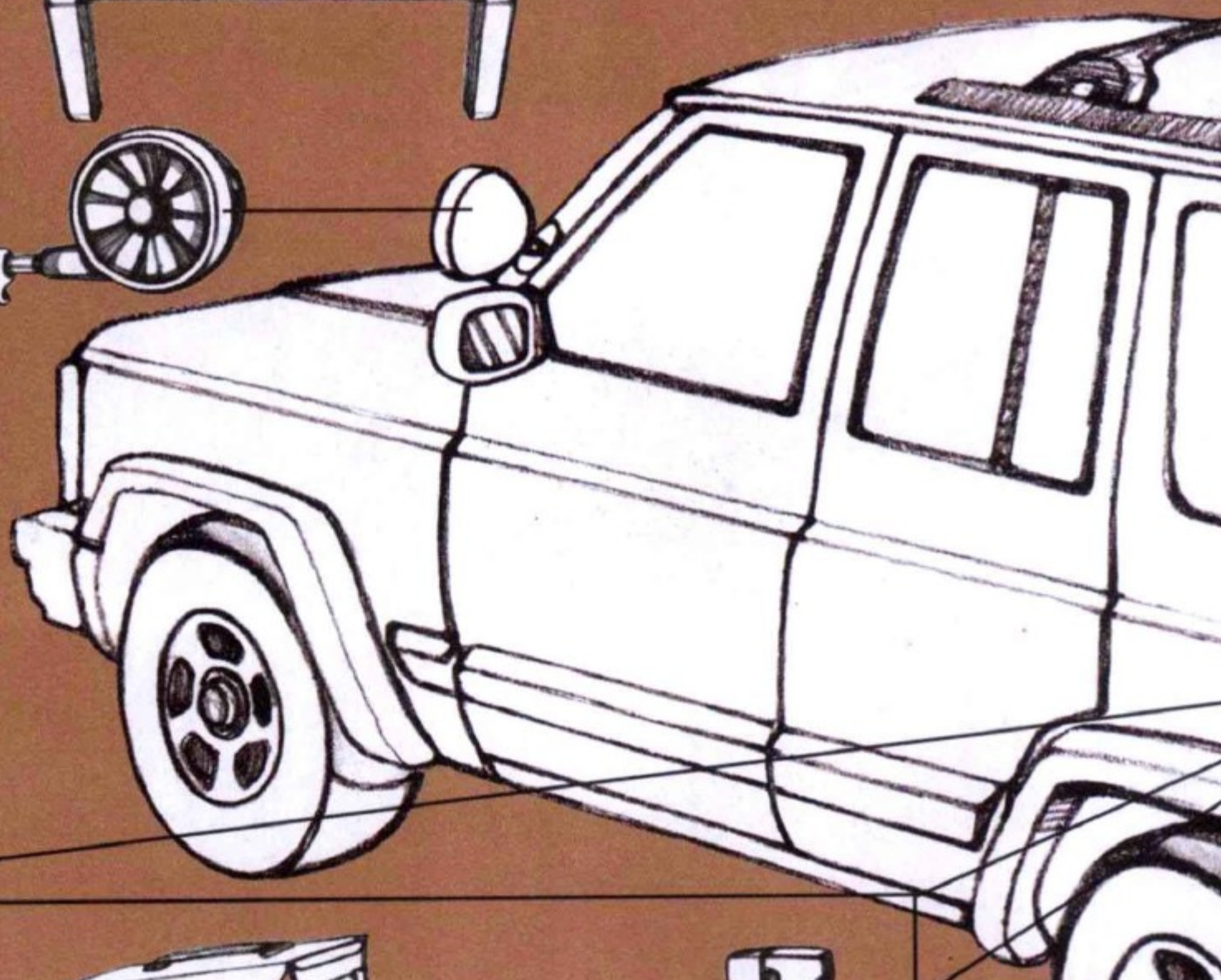
这是在很多警车和高速公路巡逻车上用的保险杠。生产厂商是Setina（www.setina.com）。这个保险杠上包了橡胶，因此用它来推动停放的车辆，或者在并排停车的时候保护车前脸能收到很好的效果。



警车风格的车灯

这个是Unity公司生产的（www.unityusa.com），我用的这个灯非常专业，可以360°旋转，并发出刺眼的光束。这种灯在美国很多州都是合法的，这种灯用得好，能很容易获得路边人的帮助，问到需要的地址，吓唬那些停在幽会场所的年轻人，装这种灯需要有大量的钻孔操作。

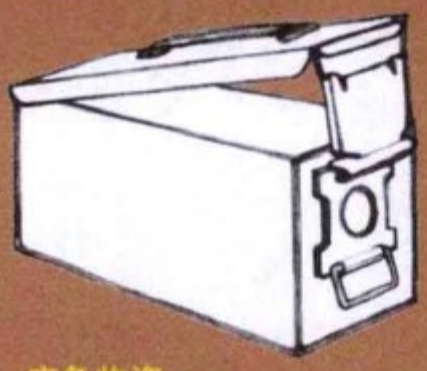






葬礼标志

这个葬礼标志用得恰当的话，很容易获得其他人与停车管理员的同情，我将这个标志做成薄板，然后用魔术扣粘好来保持那种新鲜的状态。当然您可以用别的标志。



应急物资

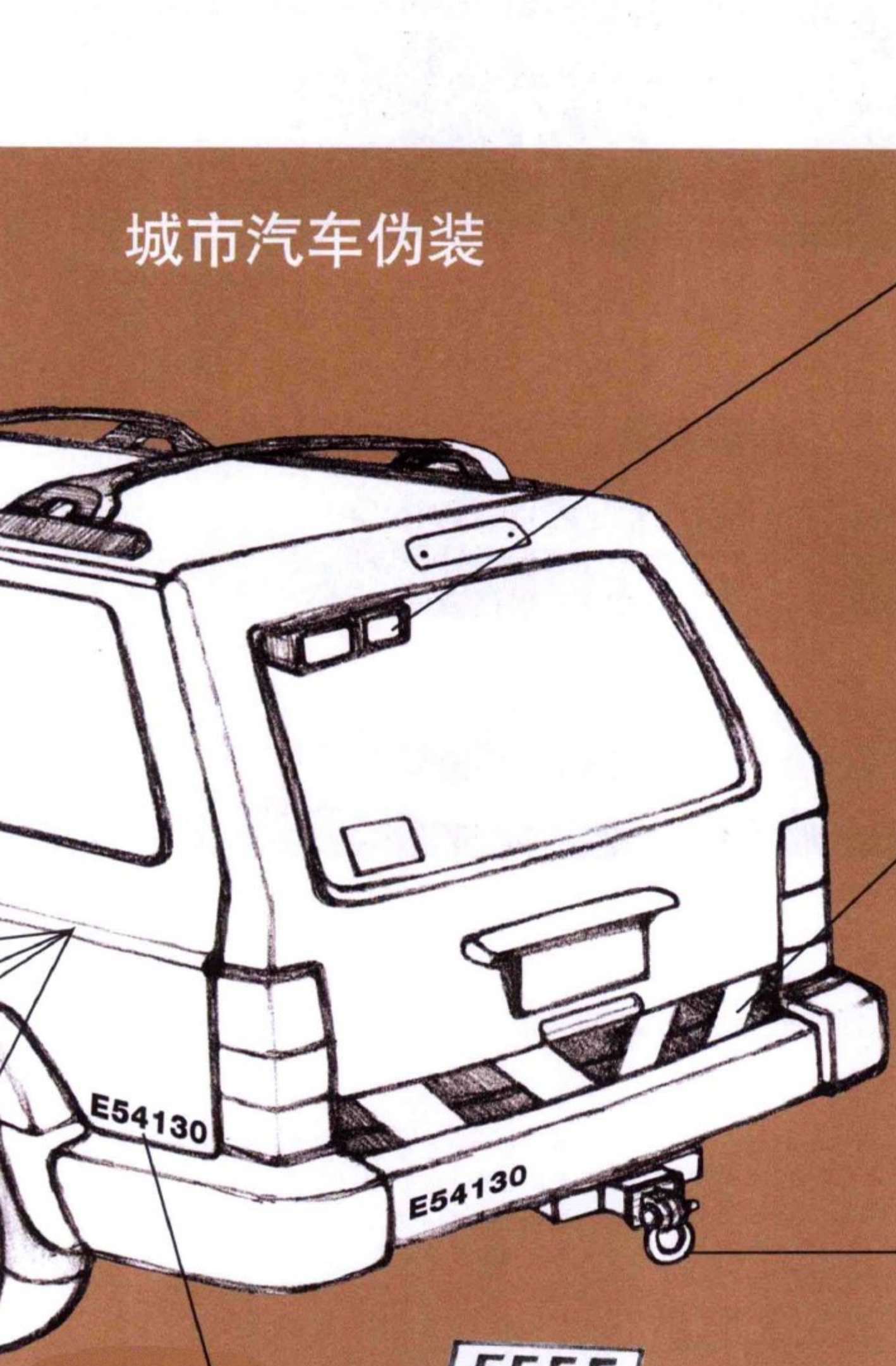
这些工具我一直带着，能将自己与其他人士从困境中解脱出来，内容包括一根能承受10 000磅力量的尼龙绳、跨接电缆、扳手与螺丝刀、两个Maglite的手电筒、一个民用波段的收音机、胶带、扎线带、一个救生哨、皮革手套、还有一个急救箱。



灭火器

我第一辆车，一辆柜式的道奇摩纳哥，在罗德岛的州际公路上自燃烧成了空壳。从这个事件里面我得到的教训就是：汽车着火开始都是小火，但是如果没有灭火器，这个火会马上变大。一个2.5磅的灭火器就够用了。因此出门前一定记得带上。

城市汽车伪装





琥珀色的危险状况灯

这些灯为了隐藏自身一般装在车内部，只要按下开关，这些灯就会像圣诞树一样亮起来。这些灯在引导车流或与高速公路收费站交流的时候非常有用。我用的是从AW 直销那里买的(www.awdirect.com)。这是我最喜欢的拖车装备。



危险状况胶带

没有任何其他比黑黄相间的警示胶带更能明确地表达“不要靠近”的意思了。我请了一家手工店用汽车漆刷到我的车上，当然聚乙烯的胶带也一样可以用。Seton(www.seton.com)那里卖各种持久可靠的OSHA安全胶带，宽度和颜色都很全。



D形环的拖车扣

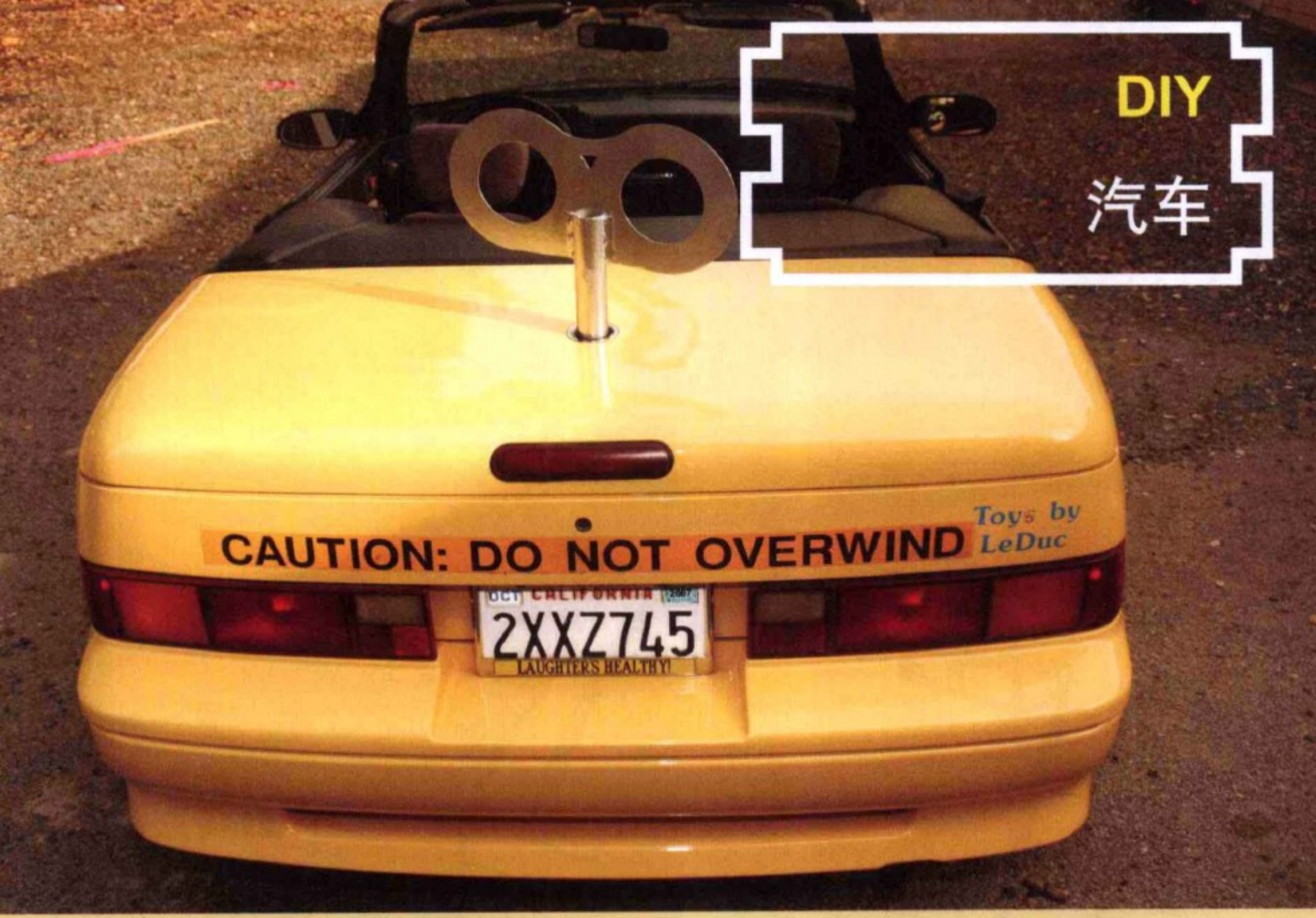
这个从Warn工业公司（www.gowarn.com）购买的小小的拖车扣可以安装在标准尺寸的拖车安装位上，我在将其他车从雪堆中拖出的时候将这个用作锚，但是并排停车的时候这个也可以提供一个粗略的对准点。



公司车辆标记

车辆每个角落印上一个冗长的公司代码能给人以值得敬畏的大公司的印象。几乎所有的办公用品店都卖聚乙烯的字母和数字，各种大小、字体与颜色均有。

摄影：达米安·司考金



发条车

给可爱的敞篷车插上一把巨大的旋转发条。

萨尼·阿玛斯　保罗·勒杜克

在我的小货车坏了之后，一位朋友把她的GeoMetro敞篷车借给我开了两周。我的块头比较大，所以刚开这辆小车的时候感觉挺别扭的，不过我立即就喜欢上了它。它不仅容易停车，还非常省油，而且开起来很是带劲！所以我决定自己买上一辆，同时我琢磨着如果我愿意开一辆像玩具一样的车，那我为何不能给车背上再装上一个发条，索性让它更像玩具一点呢？

我打电话给好友保罗·勒杜克（Paul LeDuc），让他帮我出出主意，保罗是个金属雕刻家，我们针对这个项目讨论了一下。我只想给车加上一把可以慢慢旋转的大钥匙，让它看起来更像是个玩具车。我还希望这把钥匙是可拆卸的，可以放到行李箱里，防止别人把它偷走，同时可以在开车的时候不那么招摇。另外，我刚刚对整车喷了一次漆，所以我希望这次改装不会损坏到车的任何一部分。

商量后，我们认为这把钥匙得有16英寸宽，为了得到这个零件，我们在一块厚1/4英寸的钢板上根据所画的模型，用等离子切割机把它切了下来。比较难做的是中心管部分，要制作得与后备箱盖非常贴合才行，保罗为此在五金店里转了一大圈，发现了一个非常不错的配件，那是个浴室水槽用的镀铬装配环。同时，内直径1.5英寸的装配环的螺纹必须得有点高度，用来安装那把大钥匙，当然还包括橡胶垫片、垫圈和螺母，以保证螺母周边滴水不漏。

保罗用磨床去掉了水槽装配环上的过滤器，然后在后备箱的盖子正中央用钻头和钻孔锯开了一个洞，他把装配环放进洞里，并装上







图A：为了让钥匙转动起来，一个雨刷用的电机被安装在车后盖的下面，电源来自位于仪表板附近的点烟器，通过车内地毯下的电线连接起来，这些电线从刹车灯线用的洞里穿出来。

图B：这把钥匙让原本就非常可爱的车变得更加可爱了。

图C：用泡沫自行车把套做成的摩擦支架可以让钥匙易于拆卸，同时在不带动电机的情况下，自由控制钥匙。

后垫圈和螺母，然后把他店里的钢管相当完美地装到装配环里，把钢管切割成满足钥匙的中心管所需的长度，并将其焊接到钥匙上。

为了能让钥匙转起来，我们使用了一个备用雨刷的电机，由一个12V的直流汽车电池驱动，从而产生扭力来带动钥匙慢慢转动。为了让钥匙既能和电机连接起来，又可以随意拆卸，我们用自行车上用的泡沫把套做了一个摩擦垫，将一个大小为2.5英寸×0.125英寸的轮盘和电机轴焊接在一起，然后将它们一起再焊接到一根长5英寸，直径与自行车车把相同（7/8英寸）的铁棒上，再从车后盖中央的洞里穿出来，由于泡沫把套的作用，钥匙得以顺畅地旋转起来。

用泡沫把套对连接进行处理的最大好处是当钥匙的功能受损时，电机一样可以运行自如，所以即便不启动电机，也可以抓住钥匙让它转起来，这就意味着，小孩可以在电机启动前转动那把钥匙，感觉好像是他们在帮汽车发动起来！

安装电机的时候，保罗把后车盖拆了下来，倒过来与一个架子牢牢地焊在一起，这样就能保证电机可以直上直下地运作。架子是用1英寸×2英寸的方管做成的，焊接的时候尽量不对后盖上的油漆以及用来安装电机的攻丝螺孔造成损坏。

电机的动力来自汽车的点烟器，为了做到这一点，我在车里的地毯下面进行布线，从仪表板附近开始，从座椅下面穿过，然后再从后车盖上的那个刹车灯线用的洞里穿出去。

在将电线与电源连接的时候，我拆下了一个依靠点烟器提供电源的风扇，然后将电线接到安装在汽车的换挡电路旁边的一个老款大众巴士的车灯开关上。我把开关调校了一下，以保证在中挡与低挡之间进行切换的时候，我的拇指可以很容易地打开或关闭那把大钥匙。用了这种方法，车停下来的时候，钥匙也就停止了转动，而当车走起来的时候，钥匙就会跟着转起来，把欢笑带给看到它的所有人，至少是大部分人。

摄影：保罗·斯普林拉德

萨尼·阿玛斯居于圣何塞（San Jose），喜欢将欢乐带给大家，他曾协助保罗·勒杜克制作了许多艺术作品，包括巡游花车和金属瀑布等。

1+2+3 居里发动机

约翰·艾欧文

通过改变镍线的温度创造动能。

需要准备的东西：一些低居里（Low-Curie）镍合金线、1英寸超强钴磁铁、铜线、生日蜡烛、黄铜螺丝和螺母、小钢板、木螺钉、4英寸×3/4英寸木条板、2英寸×1¼英寸×1/2英寸木块。镍合金线、磁铁及以上组件均可在makezine.com/go/heatengine上买到。

1. 组装部件

如下面的示意图所示，将钢板和4英寸木条粘上或者钉在木块基座上。在木条上打一个小孔，将黄铜螺丝固定上木条。在木块基座上打一个1/4英寸大小的孔，位置在距离钢板远端约7/16英寸处。在上面列出的网站上可以获得完整的位置测量数据。

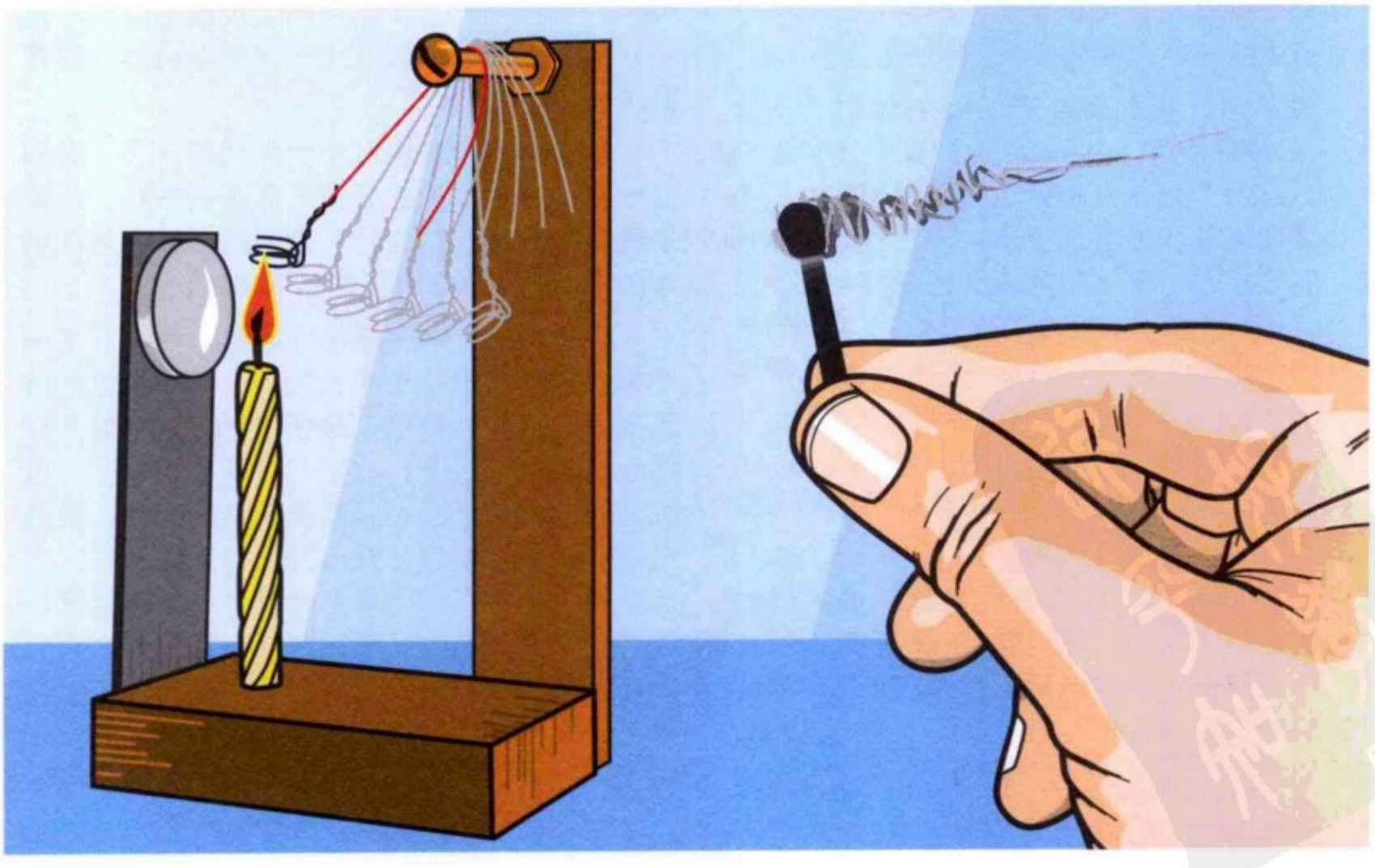
将1英寸镍合金线弯成线圈状，如图所示，直径可参照一支铅笔的粗细。再用4英寸铜线与镍线尾部相连。将铜线在1/3的位置弯折一个小弯，把铜线挂在螺丝上，把连有镍线圈的那头靠近钢板。

2. 测试合金线和磁铁

将钴磁铁吸在钢板上，合金线应该会因为受到吸引而靠近钢板。将线按下后松开，合金线会再次由于引力而回到原来位置。将蜡烛插在木块基座上，调整磁铁和线圈的位置，使线圈中央正好位于蜡烛的上端。

3. 点燃蜡烛

将蜡烛点燃后，奇妙的事情发生了，线圈没有回到原位，而是来回摇摆并且不断从蜡烛燃烧的火焰之中穿过。原因是什么呢？与普通的铁和钢一样，镍合金线也具有磁性，但与众不同的是它有着更低的居里温度——即金属失去磁性的温度点（铜线和铜螺丝没有磁性）。所以当蜡烛的火焰使镍合金达到了它的居里温度时，镍合金磁性消失，线圈由于惯性摇摆至远离火焰的地方，然后冷却，磁性再次产生，再次摆回靠近磁铁处，然后再次受热……这样不断的往复会持续到蜡烛的火焰触及不到线圈为止。



绘图：达斯汀·霍斯达乐

约翰·艾欧文（John Iovine）是《基尔良数码摄影》一文的作者。

附录 常用计量单位的转换

长度

1英寸（in）=2.54厘米（cm）

1码（yd）=3英尺（ft）=36英寸

1英里（mile）=5 280英尺（ft）=1.609千米（km）

1海里（n mile）=1.151 6英里（mile）
=1.852千米（km）

面积

1平方公里（km^2）=100公顷（ha）=247.1英亩（acre）=0.386平方英里（$mile^2$）

1平方米（m^2）=10.764平方英尺（ft^2）

1平方英寸（in^2）=6.452平方厘米（cm^2）

1公顷（ha）=10 000平方米（m^2）
=2.471英亩（acre）

1英亩（acre）=0.404 7公顷（ha）=4.047×10^{-3}平方公里（km^2）=4 047平方米（m^2）

体积

1美品脱（pt）=0.473升（1）

1美夸脱（qt）=0.946升（1）

1美加仑（gal）=3.785升（1）

1桶（bbl）=0.159立方米（m^3）=42美加仑（gal）

1英亩·英尺=1 234立方米（m^3）

1立方英寸（in^3）=16.387 1立方厘米（cm^3）

1英加仑（gal）=4.546升（1）

1立方英尺（ft^3）=0.028 3立方米（m^3）
=28.317升（liter）

1立方米（m^3）=1 000升（liter）
=35.315立方英尺（ft^3）
=6.29桶（bbl）

质量

1磅（lb）=0.454千克（kg）

1盎司（oz）=28.350克（g）

1吨（t）=1 000千克（kg）=2 205磅（lb）

力

1牛顿（N）=0.225磅力（lbf）=0.102千克力（kgf）

1达因（dyn）=10^{-5}牛顿（N）

密度

1磅/英尺^3（lb/ft^3）=16.02千克/米^3（kg/m^3）

1磅/英加仑（lb/gal）=99.776千克/米^3（kg/m^3）

1磅/英寸^3（lb/in^3）=27 679.9千克/米^3（kg/m^3）

1磅/美加仑（lb/gal）=119.826千克/米^3（kg/m^3）

1磅/（石油）桶（lb/bbl）=2.853千克/米^3（kg/m^3）

温度

K=5/9（°F+459.67）

K=°C+273.15

n°C=(5/9·n+32) °F

n°F=[(n − 32) × 5/9]°C

1°F=5/9°C（温度差）

压力

1巴（bar）=105帕（Pa）

1毫米汞柱（mmHg）=133.322帕（Pa）

1毫米水柱（mmH_2O）=9.806 65帕（Pa）

1工程大气压=98.066 5千帕（kPa）

1千帕（kPa）=0.145磅力/英寸^2（psi）
=0.010 2千克力/厘米^2（kgf/cm^2）
=0.009 8大气压（atm）

1物理大气压（atm）=101.325千帕（kPa）
=14.696磅/英寸^2（psi）
=1.033 3巴（bar）

比热

1千卡/（千克·°C）[kcal/(kg·°C)]
=1英热单位/（磅·°F）[Btu/(lb·°F)]
=4 186.8焦耳/（千克·开尔文）[J/(kg·K)]

热功

1卡（cal）=4.186 8焦耳（J）

1大卡=4 186.75焦耳（J）

1千克力米（kgf·m）=9.806 65焦耳（J）

1英热单位（Btu）=1 055.06焦耳（J）

1千瓦小时（kW·h）=3.6×10^6焦耳（J）

1英尺磅力（ft·lbf）=1.355 82焦耳（J）

1米制马力小时（hp·h）=$2.647\,79\times10^6$焦耳（J）

1英马力小时（UKhp·h）=$2.684\,52\times10^6$焦耳（J）

1焦耳=0.102 04千克·米
=2.778×10^{-7}千瓦·小时
=3.777×10^{-7}公制马力/小时
=3.723×10^{-7}英制马力/小时
=2.389×10^{-4}千卡
=9.48×10^{-4}英热单位

功率

1英热单位/小时（Btu/h）=0.293 071瓦（W）

1千克力·米/秒（kgf·m/s）=9.806 65瓦（W）

1卡/秒（cal/s）=4.186 8瓦（W）

1米制马力（hp）=735.499瓦（W）

速度

1英里/小时（mile/h）=0.447 04米/秒（m/s）

1英尺/秒（ft/s）=0.304 8米/秒（m/s）

油气产量

1桶（bbl）=0.14吨（t）（原油，全球平均）

1吨（t）=7.3桶（bbl）(原油，全球平均)

O'Reilly Media, Inc.介绍

O'Reilly Media通过图书、杂志、在线服务、调查研究和会议等方式传播创新知识。自1978年开始，O'Reilly一直都是前沿发展的见证者和推动者。超级极客们正在开创着未来，而我们关注真正重要的技术趋势——通过放大那些“细微的信号”来刺激社会对新科技的应用。作为技术社区中活跃的参与者，O'Reilly的发展充满了对创新的倡导、创造和发扬光大。

O'Reilly为软件开发人员带来革命性的“动物书”；创建第一个商业网站（GNN）；组织了影响深远的开放源代码峰会，以至于开源软件运动以此命名；创立了Make杂志，从而成为DIY革命的主要先锋；公司一如既往地通过多种形式缔结信息与人的纽带。O'Reilly的会议和峰会集聚了众多超级极客和高瞻远瞩的商业领袖，共同描绘出开创新产业的革命性思想。作为技术人士获取信息的选择，O'Reilly现在还将先锋专家的知识传递给普通的计算机用户。无论是通过书籍出版，在线服务或者面授课程，每一项O'Reilly的产品都反映了公司不可动摇的理念——信息是激发创新的力量。

业界评论

“O'Reilly Radar博客有口皆碑。”

——**Wired**

“O'Reilly凭借一系列（真希望当初我也想到了）非凡想法建立了数百万美元的业务。”

——**Business 2.0**

“O'Reilly Conference是聚集关键思想领袖的绝对典范。”

——**CRN**

“一本O'Reilly的书就代表一个有用、有前途、需要学习的主题。”

——**Irish Times**

“Tim是位特立独行的商人，他不光放眼于最长远、最广阔的视野并且切实地按照Yogi Berra的建议去做了：‘如果你在路上遇到岔路口，走小路（岔路）。’回顾过去Tim似乎每一次都选择了小路，而且有几次都是一闪即瞬的机会，尽管大路也不错。”

——**Linux Journal**